

INTRODUZIONE	3
1.1 IL NOCCIOLO.....	3
1.1.1 Generalità e diffusione	3
1.1.2 Artropodofauna del nocciolo.....	4
2 Studio delle relazioni fra attività trofica di <i>Gonocerus acuteangulatus</i> e alterazioni alle nocciole	13
2.1 INTRODUZIONE	13
2.2 MATERIALI E METODI	15
2.2.1 Allevamenti massali di <i>G. acuteangulatus</i>	15
2.2.2 Isolamento di <i>G. acuteangulatus</i> su nocciolo	15
2.2.3 Analisi diagnostiche per rilevare il danno	16
2.3 RISULTATI	19
2.3.1 Isolamento di <i>G. acuteangulatus</i> su nocciolo	19
2.4 DISCUSSIONE	21
3 Valutazione dell'efficacia insetticida di differenti principi attivi nei confronti di <i>Gonocerus acuteangulatus</i>.....	22
3.1 INTRODUZIONE	22
3.2 MATERIALI E METODI	23
3.2.1 Prove di laboratorio	23
3.2.2 Prove di semi-campo	25
3.2.3 Prove di campo.....	26
3.3 RISULTATI	27
3.3.1 Prove di laboratorio	27
3.3.2 Prove di semi-campo	28
3.3.3 Prove di campo.....	28
3.4 DISCUSSIONE	29
4 Valutazione della suscettibilità varietale del nocciolo all'attività di <i>Curculio nucum</i>	37
4.1 INTRODUZIONE	37
4.2 MATERIALI E METODI	38
4.2.1 Areale oggetto di indagine	38

4.2.2	<i>Dinamica di popolazione di C. nucum</i>	38
4.2.3	<i>Sviluppo fenologico del frutto e del seme</i>	39
4.2.4	<i>Stima del danno</i>	40
4.2.5	<i>Analisi statistica</i>	40
4.3	RISULTATI	42
4.3.1	<i>Dinamica di popolazione di C. nucum</i>	42
4.3.2	<i>Sviluppo fenologico del frutto e del seme</i>	42
4.3.3	<i>Stima del danno</i>	43
4.4	DISCUSSIONE	44
5	Rilevamento dell'entomofauna del nocciolo (con particolare attenzione ai predatori generalisti) in appezzamenti piemontesi a conduzione biologica e integrata	54
5.1	INTRODUZIONE	54
5.2	MATERIALI E METODI	55
5.3	RISULTATI	56
	Bibliografia	61

INTRODUZIONE

1.1 Il nocciolo

1.1.1 Generalità e diffusione

Il nocciolo, *Corylus avellana* Linnaeus, è fra le specie produttrici di frutta secca quella che fornisce la maggior produzione lorda vendibile annuale a livello mondiale. La sua coltivazione presenta una distribuzione geografica ampia e diversificata, sia in latitudine che in altitudine, estendendosi attraverso l'Europa, l'Asia occidentale, l'Africa settentrionale ed il Caucaso, su una superficie di circa 496.000 ha (dati FAO, media 2000-2004), con una produzione di circa 759.000 t. Tuttavia la corilicoltura è maggiormente concentrata in alcune zone dell'Europa, dell'Asia, soprattutto nella regione del Mar Nero e del Nord America.

A livello mondiale, la coltivazione del nocciolo occupa un posto importante nell'economia di molti paesi. La Turchia, che da sola fornisce oltre

il 70% della produzione mondiale con una superficie investita di oltre 341.000 ha, è il principale paese produttore. L'elevata richiesta di manodopera necessaria alle operazioni di raccolta e confezionamento delle nocciole garantisce il sostentamento economico di milioni di persone in Turchia. L'Italia, con una superficie corilicola di circa 69.300 ha ed una produzione media di 102.000 t è il secondo paese produttore di nocciole nel mondo; la superficie corilicola è concentrata in quattro regioni, Campania, Lazio, Sicilia e Piemonte, che da sole concorrono a fornire oltre il 98% dell'intera produzione nazionale. Seguono poi nell'ordine gli Stati Uniti, terzo paese produttore a livello mondiale, con un'estensione media di circa 11.500 ha ed una produzione pari a 31.400 t, e la Spagna, le cui superfici corilicole sono pari a circa 18.000 ha e la produzione è di circa 21.400 t. Infine, tra i produttori di nocciole importanti a livello mondiale vengono ancora annoverati l'Azerbaijan (17.000 t), la Georgia e l'Iran (circa 12.000 t) (Me e Valentini, 2006).

La produzione di nocciole è in gran parte esportata: nel quinquennio 1999-2003 (dati FAO) sono state esportate circa 400.000 t di nocciole di cui 95% come prodotto sgusciato e il rimanente 5% in guscio. Nell'ambito delle nocciole sgusciate, oltre il 75% del totale mondiale proviene dalla Turchia, seguita dall'Italia con circa il 10%. L'importazione riguarda soprattutto i paesi europei, primo fra tutti la Germania, seguita da Italia, Francia, Belgio e Svizzera (Me e Valentini, 2006).

1.1.2 Artropodofauna del nocciolo

Biocenosi

L'agroecosistema nocciolo è caratterizzato da una relativa stabilità spazio-temporale, al cui interno solo poche specie possono assumere importanza economica causando danni anche rilevanti (Viggiani, 1994). In Europa sono state rilevate quasi 200 specie associate al nocciolo fra insetti e ragni; di queste la maggior parte sono accidentali o addirittura utili, mentre soltanto meno di un terzo è considerato dannoso per la corilicoltura (AliNiazee, 1998). L'artropodofauna del nocciolo presente in Nord America e

in Europa è caratterizzata da elevate diversità tassonomica e variabilità per quanto concerne morfologia e abitudini alimentari delle varie specie. In Turchia, nella regione del Mar Nero circa 150 specie sono state rinvenute su nocciolo, ma solo 45 insetti e 2 ragni possono essere responsabili di danno alle nocciole (Tuncer *et al.*, 1997). Approssimativamente la stessa quantità di specie è stata rilevata negli Stati Uniti, dove tuttavia solo 6 insetti sono ritenuti fitofagi preoccupanti (AliNiazee, 1984). Quasi un quarto di tutti gli artropodi rinvenuti appartengono all'ordine Coleoptera sia in Europa (soprattutto in Turchia) che in Nord America, anche se in quest'ultimo areale sono presenti in minor numero (AliNiazee, 1998). Sebbene la panoramica di insetti e ragni legati al nocciolo sia relativamente completa, le informazioni concernenti la loro ecologia e le modalità con cui tale diversità è mantenuta in natura sono tuttora alquanto limitate.

La presenza di alcune specie di insetti sul nocciolo pare essere influenzata dal tipo di vegetazione circostante, il cui ruolo di serbatoio naturale deve però essere ancora investigato, così come i fenomeni di migrazione degli artropodi dalla coltura alle piante spontanee limitrofe e viceversa. Inoltre la gestione colturale del nocciolo e degli incolti circostanti esercita una notevole influenza sull'artropodofauna presente nel nocciolo (AliNiazee, 1984), sebbene anche a questo riguardo vi sia scarsità di dati in letteratura. Fattori ambientali come la temperatura e la piovosità esercitano un impatto decisivo sulla presenza e sulla distribuzione temporale di diverse specie di fitofagi e, di conseguenza, sulla presenza e sugli spostamenti dei loro nemici naturali dal campo coltivato agli incolti circostanti.

Da ricerche svolte per confrontare la stabilità di noccioli spontanei o abbandonati, quindi senza alcun tipo di gestione agronomica, e noccioli commerciali, è emerso che entrambi sono relativamente stabili per quanto riguarda numero ed entità delle specie rinvenute, sebbene i trattamenti insetticidi effettuati nei noccioli commerciali siano responsabili di ampie fluttuazioni delle popolazioni entomatiche (AliNiazee, 1998). Nonostante le conoscenze a riguardo siano oggi piuttosto lacunose, anche le pratiche agronomiche, come la forma di allevamento che consente una diversa penetrazione della luce all'interno della chioma, possono determinare differenze nella densità delle popolazioni di insetti.

Fitofagi principali

Acari e insetti rappresentano la causa maggiore delle perdite di produzione noccioline su scala mondiale (AliNiazee, 1998). Sebbene i fitofagi e la loro dannosità possano variare in funzione dell'area di coltivazione e dell'annata, in generale quasi il 20% della produzione potenziale viene perduto a causa di acari e insetti, nonostante ingenti risorse vengano investite per il loro controllo chimico. Sul nocciolo artropodi sia monofagi che polifagi vivono e si alimentano, sebbene i primi siano maggiormente dannosi. I principali fitofagi del nocciolo segnalati nel mondo e raggruppati in ordine alfabetico e in funzione delle parti vegetali attaccate sono riportati in TabellaAnche in Italia, le specie fitofaghe rinvenute sul nocciolo sono estremamente numerose e pertanto non esiste un unico fitofago "chiave" per la coltura nelle differenti regioni.

Fra gli acari, l'eriofide galligeno delle gemme, *Phytoptus avellanae* Nalepa (Acarina, Eriophyidae), assume un'importanza cruciale tra i fitofagi del nocciolo in quasi tutte le aree di coltivazione (Viggiani, 1994a); è infatti responsabile di infestazioni particolarmente gravi in Italia (Piemonte, Lazio, Campania), Spagna e Turchia. L'acaro migra e penetra nelle gemme in formazione durante il periodo primaverile, provocando lesioni meccaniche ed alterazioni fisiologiche, dovute all'azione lisigena ed enzimatica della saliva. All'interno delle gemme si sviluppano centinaia di individui che in primavera fuoriescono per raggiungere nuove gemme (Viggiani, 1974). Le gemme colpite si riconoscono visibilmente poiché nell'inverno successivo appaiono ingrossate, caratterizzate da maggiore pelosità e colorazione rossiccia. Le foglie embrionali si sviluppano in maniera disorganizzata sino alla formazione di squame carnose, che rimangono embricate durante tutto l'anno, mentre nella primavera successiva si aprono a rosetta per poi mostrarsi completamente disseccate a inizio estate (Arzone, 1983). In passato, nei noccioli piemontesi, soprattutto quelli giovani, l'eriofide rappresentava una delle principali avversità in grado, se non controllato, di provocare sensibili perdite produttive (Michelatti *et al.*, 1994); la lotta veniva effettuata con

acaricidi o insetticidi-acaricidi, tra i quali il più usato era il cloroderivato endosulfan (Viggiani, 1994a). Oggi le sue infestazioni vengono efficacemente contenute con uno o due trattamenti a base di zolfo in aprile-maggio, durante la fase di migrazione dell'acaro, con tecniche quindi compatibili con i programmi di lotta biologica e integrata (Regione Piemonte, 2006). Inoltre, nel caso di nuovi impianti va considerato il grado di suscettibilità all'attacco di *P. avellanae* delle diverse cultivar (cv) di nocciolo. In Oregon, per esempio, viene consigliato l'uso della cv Barcelona per ridurre efficacemente le popolazioni dell'Eriofide (Viggiani, 1994a); in Italia, la cv Mortarella ha manifestato una maggiore resistenza agli attacchi dell'acaro (Mazzone e Ragozzino, 2006).

In Europa e Turchia il fitofago "chiave" per la corilicoltura è generalmente il balanino delle nocciole, *Curculio nucum* (L.) (Coleoptera, Curculionidae) (Viggiani, 1994a). Questa specie è diffusa sia su piante coltivate che spontanee nella regione paleartica ed è responsabile di ingenti perdite di produzione in diverse aree corilicole in Polonia (Gantner, 2001; Wojciechowicz-Zytka, 2005), Romania (Ioachim e Bobarnac, 1997), Serbia (Milenković e Mitrović, 2001) e Turchia, dove è necessario almeno un trattamento insetticida l'anno (Tuncer ed Ecevit, 1997; Akça e Tuncer, 2005). In Italia, *C. nucum* è segnalato come fitofago "chiave" nelle regioni centro-meridionali come Lazio (Paparatti e Speranza, 2005) e Campania (Viggiani, 1984); infatti, per definire una soglia economica di intervento e programmare una strategia di lotta integrata, biologia e dinamica di popolazione del balanino sono state investigate in impianti situati in Italia centrale (Paparatti, 1990; Pucci, 1992). In Piemonte *C. nucum* non costituisce un fitofago preoccupante per la corilicoltura locale; sebbene sia diffuso sulle piante spontanee non sembra essere in grado di attaccare le piante coltivate, pertanto non può essere ritenuto responsabile di gravi danni alla produzione in quest'area, dove la varietà maggiormente coltivata è la Tonda Gentile delle Langhe (TGL) (Me e Valentini, 2006).

L'adulto, di colore nocciola fuliginoso, ha forma ovoidale; il capo è prolungato in un lungo becco o rostro che nella femmina è lungo più o meno quanto il corpo, mentre nel maschio è più corto. La larva, di colore bianco-

crema, è di tipo vermiforme a forma di C. La pupa è bianco giallastra. Il balanino sverna nel terreno allo stadio di larva; gli adulti fuoriescono dal terreno in primavera, si nutrono inizialmente di frutti a polpa succulenta in formazione, come ciliegie e pesche, per poi portarsi su nocciolo. Dopo la fecondazione, le femmine depongono un singolo uovo (eccezionalmente 2 o 3) nel frutto di nocciolo praticando un foro con il rostro e preparando alla base di esso una celletta. Dall'uovo fuoriesce la larva che penetra all'interno e, nutrendosi dal seme, completa il suo sviluppo. Raggiunta la maturità la larva pratica con le mandibole un foro di uscita e si lascia cadere interrandosi al suolo, dove si costruisce una celletta. Nella primavera successiva la larva si impupa e quindi si trasforma in adulto oppure rimane in diapausa nel terreno per due o tre anni.

I danni sono provocati dalle larve che divorando completamente il seme causano pesanti perdite di produzione. Il trattamento chimico per il controllo del balanino viene eseguito al raggiungimento della soglia di intervento (2-3 adulti per pianta) con prodotti a base di endosulfan, diazinone o fenitrothion Storti *et al.*, 1995). Attualmente, la suscettibilità delle cultivar di nocciolo a *C. nucum* è stata scarsamente indagata (Piskornik, 1992, 1994; Wojciechowicz-Zytko, 2005), e talvolta semplicisticamente correlata alle caratteristiche del guscio (Caramiello *et al.*, 2000).

In Europa, eterotteri quali *Gonocerus acuteangulatus* (Goeze) (Heteroptera, Coreidae) e *Palomena prasina* (L.) (Heteroptera, Pentatomidae) sono diffusi nei corileti e possono causare ingenti perdite di produzione (AliNiazee, 1998). L'importanza di questi fitomizi varia tuttavia in funzione dell'areale di coltivazione, tanto da richiedere in molte zone almeno un trattamento insetticida l'anno per il loro controllo.

G. acuteangulatus, specie a distribuzione euroturanica (Servadei, 1967), è segnalato in quasi tutte le regioni italiane e ampiamente diffuso in quelle meridionali, soprattutto in Sicilia dove è considerato il fitofago "chiave" (Genduso e Mineo, 1974); in Campania, invece, è preoccupante solo in qualche area dell'Avellinese (Mazzone e Ragozzino, 2006). La maggior parte degli studi sul coreide sono stati condotti nei decenni passati in Italia nelle regioni meridionali (Boselli, 1932; Genduso e Mineo, 1974, Viggiani e

Mazzone, 1976). A partire dagli anni '90 questo fitomizo è andato espandendosi nelle aree corilicole del Piemonte, dove contemporaneamente è stato osservato anche un incremento di frutti avariati alla raccolta (Tavella *et al.*, 2001a).

La morfologia di tutti gli stadi è stata dettagliatamente descritta da Boselli (1932). L'adulto ha il corpo di colore marrone chiaro con sfumature violacee lungo i margini di torace ed emielitre (Figura...). Le antenne, costituite da 4 antennomeri, sono dello stesso colore del corpo. Il torace è di forma esagonale con omeri sporgenti e ricurvi verso l'alto. Le zampe anteriori e medie hanno quasi le stesse dimensioni, mentre quelle posteriori sono decisamente più lunghe. L'addome è maggiormente sviluppato nella femmina, in cui si osservano 9 uriti apparenti, mentre nel maschio è possibile distinguere 7 tergiti e 6 sterniti. La femmina è lunga da 12 a 17 mm; il maschio da 10 a 14 mm.

L'uovo appena deposto è di colore bianco paglierino; in seguito assume un colore dorato. Di forma sub-ovale con il polo anteriore lievemente più acuto, misura circa 2 mm di lunghezza e 1,3 mm di larghezza (Figura ...). Sul lato ventrale presenta la superficie di appoggio, costituita da un rilievo anulare color marrone. Lo sviluppo pre-immaginale avviene attraverso due stadi neanidali e tre ninfali. La neanide di I età ha il corpo di colore bruno-rossastro e giallastro e misura 2,5-3 mm di lunghezza; le antenne mostrano i primi 2 antennomeri di colore più scuro, con sfumature rossicce; le zampe bruno-rossastre presentano lunghezza e spessore pressoché uguali tra loro. La neanide di II età differisce dal primo stadio per una maggiore pigmentazione rossa del tegumento, un rostro più allungato ed antenne decisamente più lunghe del corpo. Gli stadi ninfali si differenziano in relazione alla lunghezza degli abbozzi alari mesotoracici: decisamente ridotti nelle prime due età, nell'ultimo stadio oltrepassano il terzo urosternite e ricoprono quasi completamente gli abbozzi alari metatoracici (Figura...).

G. acuteangulatus compie una generazione all'anno e sverna come adulto. In Sicilia adulti svernanti sono stati rinvenuti tra cespugli di ampelodesma, graminacee spontanee, terebinto, edera, foglie secche di castagno, *Cistus* spp., erica, spesso insieme ad altri eterotteri, da cui in primavera migrano verso il nocciolo (Boselli, 1932). Nei corileti piemontesi gli

adulti compaiono durante il mese di maggio e, dopo gli accoppiamenti, a partire dal mese di giugno le femmine cominciano a ovideporre, tale attività si protrae fino alla prima decade di agosto (Tavella *et al.*, 2001a). Ogni femmina depone mediamente 30-40 uova, collocandole sia su foglie sulla pagina superiore o inferiore, che su brattee ed infiorescenze (Genduso e Mineo, 1974). Dati di laboratorio ed osservazioni di campo hanno confermato il potere attrattivo del colore bianco nei confronti delle femmine ovideponenti (Genduso e Mineo, 1972). In relazione all'andamento climatico, le prime neanidi compaiono fra la seconda e la terza decade di giugno e possono completare lo sviluppo post-embrionale a carico del nocciolo. Verso fine luglio ed inizio agosto avviene lo sfarfallamento dei primi adulti che permangono nei corileti fino alla stagione autunnale (Tavella *et al.*, 2001 a).

Il coreide è normalmente contenuto dalla presenza di numerosi limitatori naturali. Prima del 1970, erano noti quali parassitoidi oofagi di *G. acuteangulatus*: *Anastatus* sp. (Eupelmidae), *Microphanus* sp. e *Telenomus* sp. (Hymenoptera, Scelionidae) (Boselli, 1932). Successivamente, sono state rilevate altre specie di parassitoidi oofagi: *Anastatus bifasciatus* (Geoffroy) (Hymenoptera, Eupelmidae) e *Gryon muscaeformis* (Nees), *Gryon rediuviphagus* (Kozlov), *Gryon* sp., *Trissolcus grandis* (Thomson), *Trissolcus flavipes* (Thomson) (Hymenoptera, Scelionidae) (Viggiani e Mazzone, 1976). In Sud Italia i parassitoidi oofagi svolgono un efficace contenimento nei confronti delle popolazioni del coreide. Da indagini effettuate negli anni '70 è emerso che in Sicilia il tasso di parassitizzazione raggiungeva valori pari al 35-40% (Genduso e Mineo, 1973), mentre in Campania la percentuale di parassitizzazione era superiore al 50% (Viggiani e Mazzone, 1976). Tra le diverse specie di imenotteri il ruolo più importante è svolto da *A. bifasciatus* e *G. muscaeformis*, i quali in Sicilia iniziano la propria attività già a partire dalle prime ovideposizioni del coreide (Genduso e Mineo, 1973). Per quanto concerne *A. bifasciatus*, riconosciuto come il principale limitatore naturale di *G. acuteangulatus* anche in altre aree italiane (Tavella *et al.*, 2002), sono stati osservati casi di iperparassitizzazione ectofaga nei confronti di altri parassitoidi (Genduso, 1974).

P. prasina è particolarmente preoccupante nella regione del mar Nero in Turchia (Tuncer ed Ecevit, 1997). In Italia il pentatomide è diffuso in Sicilia

(Boselli, 1932, Siscaro *et al.*, 2006), Campania (Viggiani e Mazzone, 1976, Mazzone e Ragazzino, 2006) e Piemonte (Tavella *et al.*, 2001 a).

L'adulto è di colore verde scuro con fine punteggiatura nera; l'apice dello scutello e le parti marginali del corpo sono più chiare. Le antenne sono verdi, tranne il IV e il V segmento che sono di colore rossastro scuro. Le zampe sono verdi con sfumature rosse; la parte dorsale dell'addome è di colore nero. La lunghezza complessiva è compresa fra i 12 ed i 14 mm (Figura...). Le uova di colore verde, a forma di bariletto cilindrico e dimensioni pari a circa 1,2 x 0,9 mm, sono deposte in genere in gruppi di 28 elementi, distribuiti su due file o formanti un'ovatura a crosta (Figura...). La neanide di I età misura circa 1,6-1,8 mm di lunghezza e presenta capo, torace, antenne e zampe di colore bruno; l'addome mostra placche dorsali e macchie marginali entrambe nere (Figura...). La ninfa dell'ultima età, di dimensioni pari a 10-12 mm di lunghezza, è di colore verde con piccoli punti neri e con gli articoli antennali IV e V di colore rosso scuro (Pollini, 1998).

Tra i parassitoidi sono segnalati: *Telonomus* sp. e *Gymnosoma rotundatum* (Diptera, Tachinidae) (Pollini, 1998).

In Turchia, gli adulti svernanti di *P. prasina* compaiono nei corileti a fine marzo-inizio aprile; dopo gli accoppiamenti le femmine depongono le uova in ovature sulla pagina inferiore del nocciolo da fine aprile al mese di luglio (Tuncer ed Ecevit, 1996). In Nord Italia, gli adulti abbandonano i siti di svernamento verso la fine di aprile per raggiungere le piante di nocciolo; qui si accoppiano e le femmine cominciano a ovideporre. Nella seconda decade di maggio sgusciano le prime neanidi, che restano inizialmente aggregate sull'ovatura, successivamente si lasciano cadere sulle piante erbacee sottostanti, dove compiono parte del loro sviluppo. Giunte alle ultime età, (figura...) le ninfe risalgono sul nocciolo dove, a partire dalla seconda decade di luglio, sfarfallano i primi adulti della nuova generazione (Tavella *et al.*, 2001 a).

Con l'attività trofica a carico delle nocciole gli eterotteri possono causare il "cimiciato", cioè un complesso di alterazioni del seme caratterizzato da sub-necrosi dei tessuti cotiledonari; la parte colpita presenta una colorazione giallognola o biancastra, talora circondata da alone più scuro, ed è spesso interessata da depressione dei tessuti periferici esterni

(Boselli, 1932; Tavella *et al.*, 2001b). Da prove eseguite nel biennio 2000-2001 in Piemonte è emerso che le punture di nutrizione dei due eterotteri *G. acuteangulatus* e *P. prasina* sono responsabili di tale complesso di alterazioni a partire rispettivamente da fine giugno e da metà giugno, periodo in cui inizia l'accrescimento del seme (Tavella *et al.*, 2003). Dal punto di vista biochimico, i fenomeni responsabili di tali alterazioni ai semi sono stati finora poco indagati. Inoltre non sono stati messi in evidenza segni di riconoscimento esterni, che consentano di individuare le nocciole cimiciate basandosi su semplici osservazioni del guscio; infatti in numerosi casi le nocciole colpite dalla cimice mostrano un pericarpo perfettamente integro, privo di macchie o altre modificazioni cromatiche (Boselli, 1932).

2 Studio delle relazioni fra attività trofica di *Gonocerus acuteangulatus* e alterazioni alle nocciole

2.1 Introduzione

In Piemonte, dove la corilicoltura è diffusa da lungo tempo, negli ultimi vent'anni la superficie coltivata a nocciolo è andata ulteriormente espandendosi sia nelle Langhe, area tradizionalmente vocata alla coltura, sia in altre zone nelle province di Asti e, seppur marginalmente, di Torino. Nell'ultimo decennio, tuttavia, è stato rilevato un aumento dei danni sui frutti alla raccolta, in particolare del "cimiciato", ossia un complesso di alterazioni evidente soltanto sul seme causato dalle punture di nutrizione delle cimici (Heteroptera Coreidae e Pentatomidae). Tali alterazioni sono tanto più gravi perché la varietà maggiormente coltivata nella regione è la Tonda Gentile delle Langhe (TGL), varietà di pregio particolarmente apprezzata per le ottime qualità organolettiche e carpologiche che la rendono idonea alla trasformazione industriale.

Ricerche condotte nel quadriennio 1995-1998 hanno mostrato che le specie più abbondanti nei corileti delle Langhe sono il coreide *G. acuteangulatus* ed il pentatomide *P. prasina* entrambe responsabili di alterazioni ai semi.

Al fine di studiare le relazioni intercorrenti fra punture di nutrizione di *G. acuteangulatus* e comparsa del cimiciato, sono state condotte prove di semi-campo per individuare l'incidenza dei due sessi nel causare alterazioni alle nocciole e per ottenere nocciole che presentassero alterazioni conseguenti all'attività trofica di *G. acuteangulatus*. Tali frutti sono stati utilizzati nelle prove di laboratorio per studiare le modalità di azione degli

enzimi contenuti nella saliva delle cimici al fine di individuare un metodo di analisi diagnostica per il rilevamento del danno alle nocciole.

2.2 Materiali e metodi

2.2.1 Allevamenti massali di *G. acuteangulatus*

Per ottenere individui da utilizzare nello studio dei rapporti fra attività trofica di *G. acuteangulatus* ed alterazioni alle nocciole e nelle prove insetticida di laboratorio e di semi-campo, a fine inverno 2003 adulti svernanti del coreide sono stati catturati in boschi di castagno limitrofi ad appezzamenti di nocciolo situati in differenti comuni in provincia di Torino, Cuneo ed Asti. Gli allevamenti sono stati allestiti in gabbie di plexiglass e rete di nylon (40x40x50 cm), all'interno delle quali sono state poste piantine di bosso e di rovo, approvvigionati come ulteriore substrato alimentare con nocciole che venivano periodicamente sostituite. Nel corso delle successive estati nuovi adulti sono stati catturati su piante di *Cornus* sp. e rovo, limitrofe ad impianti corilicoli, e zone boschive per incrementare gli allevamenti ed evitare fenomeni di riduzione numerica. Gli allevamenti sono stati mantenuti in condizioni ambientali nel periodo compreso da marzo a fine luglio e successivamente trasferiti in celle climatizzate ($T\ 27 \pm 1^\circ\text{C}$, $UR\ 65 \pm 5\%$, luce:buio 16:8) per impedire l'induzione alla diapausa.

2.2.2 Isolamento di *G. acuteangulatus* su nocciolo

Nell'estate 2004 in un appezzamento di nocciolo, varietà TGL, presso l'Azienda Sperimentale La Malva nel comune di Bibiana (TO) sono state condotte prove al fine di studiare le relazioni intercorrenti fra punture di nutrizione del coreide e comparsa del cimiciato, con particolare riguardo alle modalità di azione degli enzimi contenuti nella saliva responsabili delle alterazioni ai semi. Nella seconda metà di maggio sono stati montati 100 isolatori, identici a quelli utilizzati per le prove insetticida di semi-campo, su rami di nocciolo portanti almeno quattro infiorescenze femminili. Poiché da precedenti ricerche era emerso che le nocciole sono più suscettibili alle punture di nutrizione degli eterotteri da fine giugno ad inizio agosto, le prove

per lo studio delle relazioni fra attività trofica di *G. acuteangulatus* e danno ai frutti sono state svolte in tale periodo. A metà luglio sono stati introdotti singolarmente, in metà degli isolatori montati, 46 adulti neo-sfarfallati di *G. acuteangulatus*, di cui 22 maschi e 24 femmine, prelevati dagli allevamenti massali di laboratorio; trascorsi 15 giorni, dopo averne controllato la vitalità, gli insetti introdotti sono stati rimossi e quelli vivi sono stati introdotti nei rimanenti isolatori dove nessun insetto era stato ancora introdotto. Dopo 15 giorni tutti gli insetti sono stati rimossi. Nella prima settimana di settembre è stata eseguita anche la rimozione di tutti gli isolatori. Il prodotto prelevato da ogni isolatore è stato raccolto separatamente e siglato con i dati riguardanti l'introduzione degli insetti. I dati ottenuti nel corso di tale prova sono stati elaborati statisticamente per evidenziare quale dei due sessi fosse maggiormente responsabile delle alterazioni ai frutti.

In laboratorio i semi raccolti sono stati sottoposti ad analisi visiva per rilevare i sintomi conseguenti alla nutrizione del coreide e successivamente utilizzati per la messa a punto di un metodo di analisi diagnostica basato sull'impiego delle tecniche Sodium Dodecyl Sulfate Polyacrilamide Gel Electrophoresis (SDS-PAGE) e Western Blot.

2.2.3 Analisi diagnostiche per rilevare il danno

SDS-PAGE

Mediante SDS-PAGE discontinua sono state separate le componenti proteiche di campioni di nocciole sane e cimiciate provenienti dagli isolatori della prova di campo precedentemente descritta. L'estrazione delle proteine dei semi sani e cimiciati è avvenuta secondo il metodo di Gifford *et al.* (1982). Campioni costituiti da 1,6 g di nocciole sane e 1,6 g di porzioni alterate da nocciole cimiciate sono stati pestati in mortaio dopo aver aggiunto azoto liquido e di seguito sottoposti ad omogeneizzazione con l'aggiunta di 200 µl di una soluzione A composta da NaPO₄ 0,05 M, NaH₂PO₄ 0,05 M a pH 7,5. L'omogenato è stato centrifugato a 4°C a 13000 rpm per 30 minuti. Il surnatante ottenuto, addizionato ad un pari volume di una soluzione costituita da Tris-HCl 62,5 mM pH 6,8, SDS 2% (w/v), glicerolo 10% (v/v), è stato sottoposto ad una centrifugazione di 13000 rpm a 4°C per 15 minuti. Il pellet

derivante è stato sottoposto a due lavaggi con 750 µl di soluzione A, seguiti ciascuno da centrifugazione a 13000 rpm per 15 minuti a 4°C dopo che i residui lipidici erano stati rimossi per capillarità mediante strisce di carta bibula. I pellet sono stati risospesi mediante l'aggiunta di 75 µl di soluzione A e 25 µl di *cracking buffer* (2β–mercapto etanolo 15%, glicerolo 29%, SDS 6%, Tris ph 6,8 138 mM, blu di bromofenolo 0,01%).

In questo lavoro sono stati impiegati *stacking gel* al 4,5% e *running gel* al 12,5%, utilizzando una cella verticale (Single Gel Vertical Unit, Sigma) con gel di dimensioni, in mm, 160x140x1,5 (lunghezza x altezza x spessore).

Dopo riscaldamento a 100°C per 5 minuti quantità variabili di estratti di campioni sani e cimiciati sono stati sottoposti ad elettroforesi per circa 20-22 ore applicando una corrente di 18 mA senza limiti di voltaggio. Il gel è stato poi colorato in Coomassie Brilliant Blue R250 (0,02%), sciolto in etanolo (75%) ed in acido tricloroacetico (6%) per circa 20 ore e decolorato in acqua distillata.

Western-Blot

Con lo scopo di saggiare l'affinità di adsorbimento dell'anticorpo specifico per *L. occidentalis* Heidemann (Heteroptera Coreidae) con le proteine contenute nelle ghiandole salivari di *G. acuteangulatus* e nei semi cimiciati, nel laboratorio del Di.Va.P.R.A. sono state estratte le ghiandole salivari di adulti di *G. acuteangulatus* (figura...) oltre alla saliva tal quale ed alle ghiandole salivari di *L. occidentalis*.

Tre paia di ghiandole salivari di ciascuna specie sono state estratte da individui adulti, diluite in 130 µl di tampone Tris HCl (0,02 M, pH 7) ed omogeneizzate per consentire la fuoriuscita della saliva in esse contenuta. L'omogenato è stato conservato a -20°C.

L'estrazione della saliva è avvenuta secondo quanto riportato in Binnington e Schotz, 1973. 40 µl di soluzione a base di pilocarpina [concentrazione pari a 200 mg di pilocarpina/ml di solvente (80% acetone, 20% acqua)] sono stati applicati sulla faccia ventrale di addome e torace di individui adulti vivi mantenuti in loco mediante l'ausilio di spilli entomologici. La saliva è stata raccolta mediante microcapillari di vetro (diametro 1,45 mm) applicati sul rostro degli insetti al momento della fuoriuscita della saliva.

10 μ l di omogenato di ghiandole salivari di *G. acuteangulatus* e di *L. occidentalis* e 5 μ l di saliva tal quale di *L. occidentalis* sono stati diluiti con pari quantità di *cracking buffer*. Quindi si è proceduto a effettuare l'elettroforesi discontinua analoga a quella precedentemente descritta; nello stesso gel sono stati applicati anche 15 μ l di estratti proteici ottenuti da nocciole sane e cimiciate. La prova è stata effettuata in doppio, usando Per questa prova sono stati impiegati *stacking gel* al 5% e *running gel* al 12% ed una cella verticale (Mini-protean 3 Cell, BIO-RAD) ospitante due mini gel di dimensioni, in mm, 74x100x1 (lunghezza x altezza x spessore). La corsa elettroforetica è stata condotta per circa 2 ore applicando una corrente di 150 V senza limiti di amperaggio. Al termine della corsa, un gel è stato colorato come descritto precedentemente. Le proteine presenti sul secondo gel sono state invece trasferite su membrana in polivinilidene fluoruro (PVDF) mediante Western Blot (Mini trans-blot electrophoretic Transfer Cell, BIO-RAD), utilizzando un tampone di trasferimento composto da Tris 30g, glicina 144g, etanolo. Il trasferimento è avvenuto per 2 ore applicando una corrente di 50 Volt senza limiti di amperaggio. La membrana è stata incubata overnight in rotazione a temperatura ambiente con anticorpo primario diluito 1:2000 in 10 ml di soluzione PBS-Tween (NaCl 80g, KH₂PO₄ 2g, KCl 2g, Na₂HPO₄ X 2H₂O 14g, Tween 20 10 ml) addizionata di latte a 3%, affinché avvenisse la reazione immunologica specifica. Quindi si è proceduto all'incubazione della membrana per 2 ore in rotazione a temperatura ambiente con l'anticorpo secondario coniugato con fosfatasi alcalina (Goat Anti-rabbit, Sigma), diluito 1:5000 in 10ml di soluzione PBS-Tween addizionata di latte a 3%. L'affinità di adsorbimento è stata successivamente visualizzata mediante test colorimetrico immergendo la membrana in una soluzione di sviluppo costituita da 18,6 μ l di NBT (nitroblutetrazolium, 50 mg/ml in 70% di dimetil-formamide), 6,7 μ l di BCIP (5 – bromocloroindolilfosfato, 50 mg/ml in 70% di dimetil-formamide) e 10 ml di BAP (Tris pH 9,5 100 mM; NaCl 100 mM; MgCl₂ 10mM).

2.3 Risultati

2.3.1 Isolamento di *G. acuteangulatus* su nocciolo

I risultati della prova di nutrizione condotta isolando singolarmente individui di *G. acuteangulatus* su rami di nocciolo sono riportati nella Tabella... per i maschi e nella Tabella ... per le femmine.

Per quanto riguarda i maschi, 18 individui sono rimasti vivi al termine della prima introduzione e pertanto sono stati reintrodotti. Al termine della seconda introduzione, 16 maschi erano ancora vivi, mentre 2 erano morti. Le nocciole raccolte dagli isolatori all'interno dei quali gli individui erano vivi dopo la prima introduzione sono risultate tutte cimiciate, fatta eccezione per il prodotto di 3 isolatori, le cui percentuali di cimiciato sono risultate pari a 0. Dei 18 maschi introdotti la seconda volta, solo 4 non hanno causato alterazioni ai frutti nonostante fossero ancora vivi al termine della prova. Dei 4 isolatori i cui insetti erano morti dopo la prima introduzione 2 presentavano nocciole cimiciate, mentre gli altri 2 contenevano frutti senza alterazioni; al termine della seconda introduzione invece, le nocciole prelevate dai 2 isolatori i cui insetti non erano sopravvissuti al termine della prova sono risultate tutte sane.

Per quanto riguarda le femmine, 19 individui sono rimaste vive al termine della prima introduzione e pertanto sono state reintrodotte. Al termine della seconda introduzione, 13 femmine erano ancora vive, mentre 6 erano morte. Le nocciole raccolte dagli isolatori all'interno dei quali gli individui erano vivi dopo la prima introduzione sono risultate tutte cimiciate, fatta eccezione per il prodotto di 2 isolatori, le cui percentuali di cimiciato sono risultate pari a 0. Delle 13 femmine introdotti la seconda volta, solo 4 non hanno causato alterazioni ai frutti nonostante fossero ancora vive al termine della prova. Dei 5 isolatori i cui insetti erano morti dopo la prima introduzione solo uno presentava nocciole cimiciate, mentre gli altri 4 contenevano frutti senza alterazioni; al termine della seconda introduzione invece, le nocciole prelevate dai 6 isolatori i cui insetti non erano

sopravvissuti al termine della prova sono risultate tutte cimiciate, tranne quelle di un isolatore che sono risultate essere prive di alterazioni. Complessivamente, la percentuale di frutti cimiciati è risultata pari a 23,6 e 10,2 rispettivamente dopo la prima e la seconda introduzione di individui maschi; 28,8 e 26,0 dopo la prima e la seconda introduzione di femmine.

Dall'analisi statistica sono emerse differenze significative tra le percentuali di cimiciato causate dopo la prima e la seconda introduzione dai maschi e tra e maschi e femmine.

SDS-PAGE

Il profilo elettroforetico (SDS-PAGE) delle componenti proteiche dei campioni di nocciole sane e cimiciate sono illustrati in Figura

L'elettroforesi monodimensionale in SDS-PAGE delle componenti proteiche dei campioni di nocciole sane e cimiciate ha evidenziato, indipendentemente dal volume caricato nei pozzetti, una netta riduzione nei campioni danneggiati di diverse componenti proteiche, indicate con "o" nella figura, probabilmente imputabile a degradazione, accompagnata inoltre dalla comparsa di alcuni frammenti di peso molecolare differente, indicati con "*", che potrebbero costituire i prodotti della degradazione di alcune proteine, conseguenti all'azione esplicata dalla saliva delle cimici.

Western-Blot

Il profilo elettroforetico delle componenti proteiche degli estratti di ghiandole salivari di *G. acuteangulatus* e di *L. occidentalis* ha evidenziato un pattern di polipeptidi con peso molecolare approssimativamente variabile da 7 a 100 kDa per *G. acuteangulatus* e da 7 a 160 kDa per *L. occidentalis* (Figura...). L'anticorpo policlonale sviluppato contro la saliva di *L. occidentalis* ha mostrato affinità di adsorbimento con diverse proteine salivari di *G. acuteangulatus*, in particolar modo con una banda proteica di peso molecolare di circa 25 kDa, molto marcata anche nel profilo proteico della saliva di *L. occidentalis*. Inoltre, in quest'ultimo estratto si rilevano in modo marcato altre due proteine di massa pari a circa 40 e 50 kDa, mentre bande di differenti pesi molecolari sono evidenziate meno marcatamente.

Sottoponendo a Western Blot gli estratti proteici dei campioni di nocciola, l'anticorpo ha mostrato elevata affinità con bande dei semi cimiciati di massa pari a 40 e 50 e, anche se in misura meno marcata di 80 Kda, presenti anche nella saliva di *L. occidentalis*; tali bande non sembrerebbero invece evidenziate nei profili proteici dei campioni di nocciola sani.

2.4 Discussione

Attualmente, la valutazione del danno dell'attività trofica delle cimici su campioni di nocciole viene effettuato attraverso la semplice analisi visiva. Tuttavia, tale analisi non sempre fornisce un risultato attendibile, in quanto in alcuni casi ad una nocciola apparentemente sana è associato un sapore sgradevole; di contro, non tutte le nocciole che presentano la tipica alterazione del cimiciato sarebbero di cattivo gusto.

L'analisi elettroforetica SDS-PAGE ha messo in evidenza differenze nei profili proteici di campioni di nocciole sane e danneggiate in seguito all'attività trofica di *G. acuteangulatus*. Nei campioni di nocciole danneggiate è stata infatti osservata una netta riduzione di diverse componenti proteiche probabilmente imputabile a degradazione, accompagnata inoltre dalla comparsa di alcuni frammenti di peso molecolare differente che potrebbero costituire i prodotti della degradazione di alcune proteine, conseguenti all'azione esplicata dalla saliva delle cimici. Pertanto, le proteasi presenti nella saliva di *G. acuteangulatus* esplicano un'azione di degradazione sulle proteine delle nocciole sane e cimiciate; ulteriori studi andrebbero condotti in futuro per accertare l'azione della saliva delle cimici su altri componenti la nocciola.

Tabella....Isolamento di femmine di *Gonocerus acuteangulatus* (Goeze) su nocciolo.

n. individuo	I ^a introduzione		II ^a introduzione				Tot	% tot cimiciate	Tot	% tot cimiciate
	V/M	n. nocciolo	V/M	n. nocciolo		%				
				n. cimiciate	% cimiciate					
							302	28,8	227	26,0
2	M	9 2	-	-	-	-				
5	V	14 4	V	11 0					0,0	
6	V	9 1	V	4 3					75,0	
8	M	20 0	-	-						
11	V	9 4	V	12 6					50,0	
12	V	14 0	V	9 0					0,0	
14	V	12 0	M	18 0					0,0	
16	V	17 3	M	10 3					30,0	
18	M	12 0	-	-						
20	V	14 1	M	18 7					38,9	
22	V	15 10	M	19 2					10,5	
24	V	19 3	V	13 7					53,8	
26	V	10 4	V	8 0					0,0	
28	V	16 3	V	10 9					90,0	
30	V	19 7	M	15 1					6,7	
32	V	9 12	V	12 6					50,0	
34	V	14 7	V	8 3					37,5	
36	V	10 9	V	9 5					55,6	
38	V	8 6	V	15 2					13,3	
40	V	8 4	V	13 0					0,0	
42	V	8 2	M	11 1					9,1	
44	M	11 3	-	-						
45	V	12 0	V	12 4					33,3	
46	M	13 3	-	-						

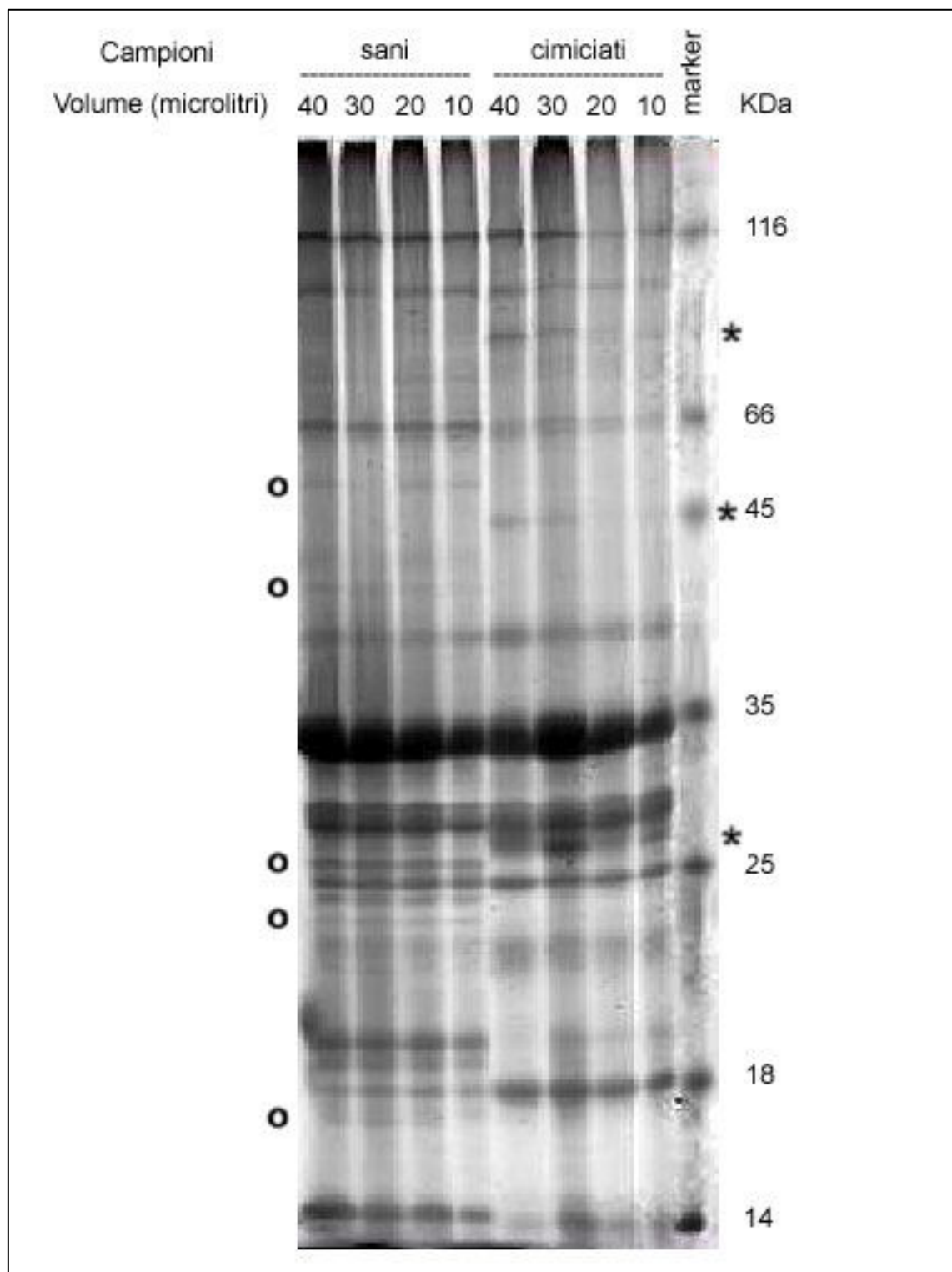


Figura... Profilo elettroforetico (SDS-PAGE) delle componenti proteiche di campioni di nocciole sane e danneggiate da *Gonocerus acuteangulatus*.

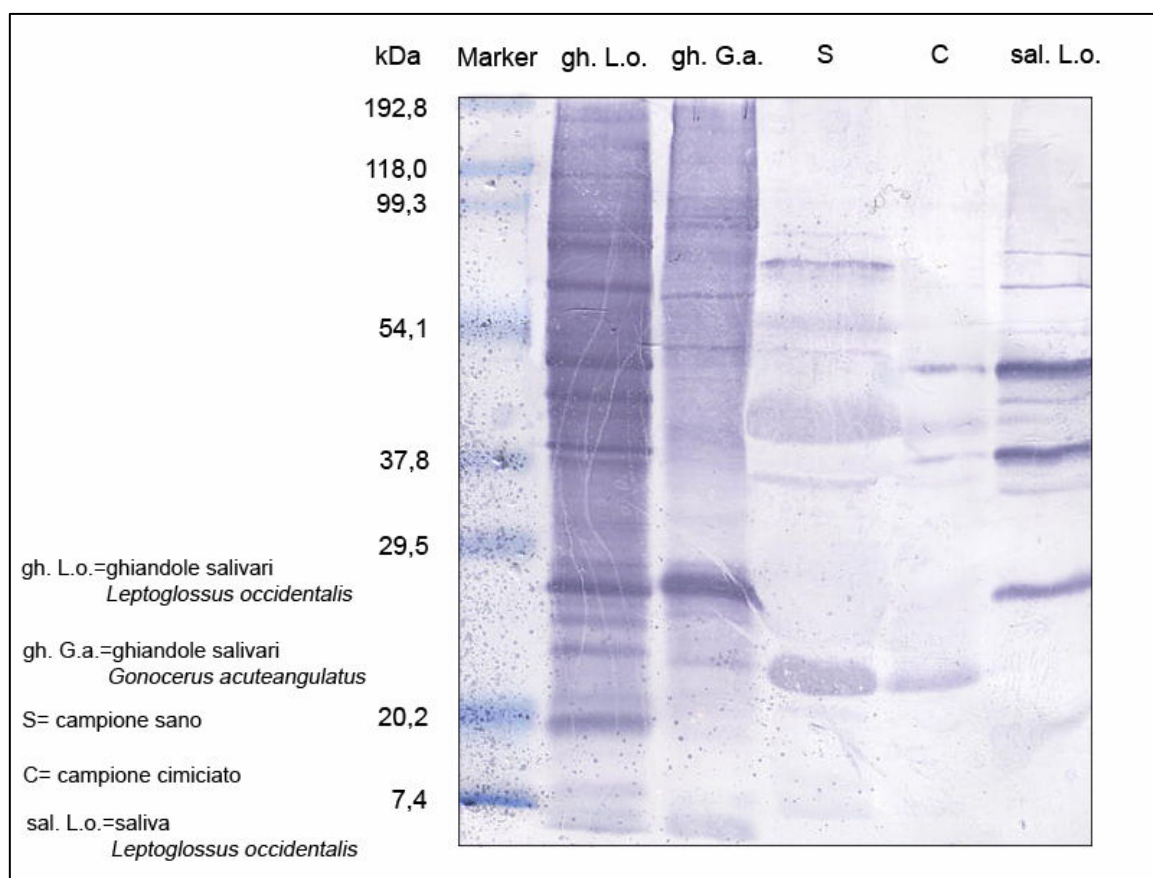


Figura...Western Blot delle frazioni proteiche delle ghiandole salivari e della saliva tal quale di *Leptoglossus occidentalis*, delle ghiandole salivari di *Gonocerus acuteangulatus* e di campioni di nocciola sani e cimiciati.

3 Valutazione dell'efficacia insetticida di differenti principi attivi nei confronti di *Gonocerus acuteangulatus*

3.1 Introduzione

Sebbene la difesa fitosanitaria del nocciolo possa essere condotta in molti areali anche mediante programmi di lotta biologica, contro alcune avversità è necessario il ricorso a mezzi chimici di lotta. In generale i disciplinari di produzione integrata prediligono l'impiego di molecole chimiche di recente introduzione e a basso impatto ambientale rispetto a quelle più tradizionali, appartenenti ad esempio a clororganici e fosfororganici. Tuttavia, per quanto riguarda il nocciolo, le sostanze attive (s.a.) autorizzate all'uso per la difesa antiparassitaria, come carbaril, diazinone, endosulfan e fenitrothion, non sono di recente registrazione e presentano spesso molte restrizioni d'impiego, pertanto non sono compatibili con i programmi di difesa integrata. In conseguenza alla Direttiva CEE 91/414, che regola l'impiego dei prodotti fitosanitari sulle colture, una revisione non ancora terminata ha ridotto a 33, inclusi fungicidi, insetticidi e diserbanti, il numero delle s.a. attualmente autorizzate per la difesa del nocciolo, delle quali soltanto 9 registrate dopo il 2000, quindi di introduzione relativamente recente. Poiché gli studi necessari per la revisione delle molecole chimiche sono molto costosi e le molecole "vecchie" sono caratterizzate spesso da un maggior impatto ambientale e da una minore selettività rispetto a quelle di nuova introduzione, dal 1993 ad oggi è stata osservata una riduzione di oltre metà del numero di s.a. presenti sul mercato, in massima parte per mancanza di interesse da parte delle società private a svolgere gli studi per la registrazione di prodotti nuovi o l'estensione di impiego di quelli già in commercio sulle cosiddette colture minori.

Pertanto, dato l'esiguo numero di molecole registrate sul nocciolo, prove sono state condotte per valutare l'efficacia insetticida di diverse s.a. naturali e di sintesi nei confronti del coreide *G. acuteangulatus*, risultato l'eterottero più dannoso per la corilicoltura (Tavella *et al.*, 2003), nell'ottica di ottenere produzioni di qualità nel rispetto della salute umana ed ambientale.

3.2 Materiali e metodi

Nel triennio 2004-2006 sono state saggiate nei confronti di *G. acuteangulatus*, differenti s.a. sia di origine naturale che di sintesi, riportate in Tabella 1, mediante prove di laboratorio, semicampo e campo. Gli individui necessari per le prove sono stati prelevati dagli allevamenti massali precedentemente descritti.

3.2.1 Prove di laboratorio

Le prove di laboratorio sono state condotte presso il Di.Va.P.R.A. - Entomologia e Zoologia applicate all'Ambiente "Carlo Vidano" della Facoltà di Agraria di Torino, per valutare la tossicità e definire la DL_{50} nei confronti di ninfe di 4^a età di *G. acuteangulatus* delle s.a. riportate in Tabella 1.

Per le prove sono state utilizzate capsule di Petri (\varnothing 135 mm) previamente trattate con 1 ml di soluzione acquosa del prodotto da saggiare, in ciascuna delle quali sono state introdotte 3 ninfe (con un minimo di 5 ripetizioni per ciascuna tesi). Gli insetti sono stati prima mantenuti per 20' all'interno della capsula vuota, dopodiché sono state aggiunte 2 nocchie fissate su un cartoncino e 1 provetta con acqua (Figura 1a). Per accertare la mortalità controlli sono stati eseguiti 1, 24, 48, 72 h dopo l'introduzione degli insetti. Le prove sono state effettuate in camere climatizzate, in condizioni controllate con temperatura di $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, umidità relativa di $75\pm 5\%$ e fotoperiodo pari a luce:buio 16:8.

Per tutte le s.a. che hanno mostrato una tossicità significativa rispetto al testimone non trattato è stata valutata anche la DL_{50} . Le ninfe del coreide

sono state quindi poste in capsule trattate con le successive diluizioni 1:2 a partire dalla dose di etichetta. La DL_{50} è stata poi calcolata utilizzando il *software* POLO PC (LeOra Software, 1987).

3.2.2 Prove di semi-campo

Per saggiare su adulti di *G. acuteangulatus* la tossicità e la persistenza delle s.a. naturali e di sintesi riportate in Tabella 1, le prove di semi-campo sono state svolte in due impianti di nocciolo, varietà TGL, situati a Santena (TO) (corileto A) e Cravanzana (CN) (corileto B). Il corileto A (Figura 1c), impiantato nel 2000 con sesto 5x5m presenta piante della cv TGL allevate a cespuglio; la lotta alle avversità viene condotta con tecniche di difesa biologica. Il corileto B (Figura 1d), impiantato nel 1995 con sesto 6x5m, presenta piante della cv TGL allevate a cespuglio; la lotta alle avversità viene condotta con tecniche di difesa integrata.

Le prove di semi-campo sono state effettuate nel 2005 in entrambi gli appezzamenti A e B, nel 2006 soltanto nell'appezzamento B. In particolare, nel 2005 gli appezzamenti A e B sono stati suddivisi in 2 e 4 parcelle rispettivamente, nel 2006 l'appezzamento B in 6 parcelle. In ciascuna parcella, costituita da 3 file di piante, all'inizio del mese di giugno di entrambi gli anni, sono stati montati 5 isolatori su rami portanti almeno 4 infiorescenze femminili; ogni isolatore era costituito da 2 cilindri: quello esterno in rete antiafidi, lungo 730mm e con diametro di 170mm; quello interno in rete di plastica, lungo 310mm e con diametro di 165mm con funzione di sostegno. Ciascun isolatore, numerato in ordine progressivo, è stato chiuso alle due estremità e poi legato con filo animato al ramo soprastante, per impedire che il peso piegasse o spezzasse lo stesso ramo (Figura 1b).

Nella seconda metà di giugno del biennio sono stati eseguiti i trattamenti insetticidi all'interno degli isolatori di ciascuna parcella alle dosi di etichetta: nel 2005 con le s.a. naturali, piretro, rotenone e piretro+rotenone nel nocciolo A e spinosad nel nocciolo B; nel 2006 con le s.a. di sintesi diazinone, endosulfan (con entrambe le formulazioni), fenitrothion e thiacloprid. Gli isolatori nelle parcelle testimoni di tutte le prove non sono state trattate.

A distanza di 3h dal trattamento sono stati introdotti in ogni isolatore 2 adulti di *G. acuteangulatus*, al fine di valutare la tossicità delle s.a. saggate. La mortalità è stata controllata dopo 1 e 8 giorni dall'introduzione. Nelle prove

condotte nel nocciolo B nel 2006, è stata anche valutata la persistenza delle s.a. endosulfan (entrambe le formulazioni) e fenitrothion reintroducendo gli insetti 8 giorni dopo il trattamento e controllandone la mortalità. Al termine della prova, 8 giorni dopo l'introduzione, tutti gli individui vivi sono stati prelevati. Alla fine del mese di settembre di entrambi gli anni è stata poi eseguita la rimozione di tutti gli isolatori. Le nocciole all'interno di ogni isolatore sono state raccolte e poste in un sacchetto di carta insieme ad un cartellino su cui venivano riportati numero dell'isolatore e dati riguardanti l'introduzione degli insetti; successivamente, in laboratorio le nocciole sono state sgusciate, divise in 4 parti e sottoposte ad analisi visiva per rilevare i sintomi conseguenti alla nutrizione degli insetti.

3.2.3 Prove di campo

Le prove di campo sono state condotte nel 2006 negli appezzamenti A e B in cui sono state svolte le prove di semi-campo, per accertare l'efficacia insetticida di s.a. naturali e di sintesi mediante analisi visiva dei frutti alla raccolta. Gli impianti A e B sono stati suddivisi in 2 e 5 parcelle rispettivamente, come descritto per le prove di semi-campo. Nella seconda metà di giugno, periodo in cui vengono eseguiti negli ultimi anni gli interventi contro le cimici, sono stati effettuati i trattamenti insetticidi in pieno campo alle dosi di etichetta con le s.a. naturali piretro+rotenone nel nocciolo A e di sintesi diazinone, endosulfan, fenitrothion e thiacloprid nel nocciolo B; nelle parcelle testimoni di entrambi i corileti non è stato effettuato alcun trattamento.

Da metà maggio a metà agosto, nella parcella testimone non trattato dei 2 appezzamenti sono stati condotti con cadenza quindicinale campionamenti per accertare presenza e consistenza delle popolazioni delle cimici. Tali campionamenti, svolti nelle prime ore del mattino, consistevano nello scuotimento della vegetazione di 2 branche su un telo bianco (1×1m), ripetuto sui 4 lati della chioma di 5 piante. Tutti gli insetti caduti sul telo sono stati trasferiti, mediante aspiratore entomologico o manualmente, in provettoni di polipropilene con tappo a vite in cui sono stati aggiunti 20ml di

alcool etilico 70%_v. In laboratorio si è proceduto alla separazione, al conteggio e all'identificazione dei coreidi e pentatomidi raccolti.

Alla raccolta in settembre, in ciascuna parcella di entrambi i noccioleti sono stati prelevati 5 campioni di 50 frutti ognuno; le nocciole sono state poi trasferite in laboratorio dove sono state sgusciate, divise in quattro parti e sottoposte ad analisi visiva per rilevare le alterazioni al seme dovute all'attività trofica delle cimici.

3.3 Risultati

3.3.1 Prove di laboratorio

I risultati delle prove condotte in laboratorio sono riportati in Figura 2a per le s.a. naturali e in Figura 2b per quelle di sintesi.

Tra le s.a. di origine naturale, piretro+rotenone e piretro sono stati i più efficienti con una mortalità degli insetti pari a 100 e 87% rispettivamente a 72h dal trattamento, mentre azadiractina e spinosad hanno causato basse mortalità pari a 20 e 33% rispettivamente. Il rotenone da solo ha mostrato invece un'efficacia intermedia con una mortalità del 60% a 72h dal trattamento. Nessuna s.a. ha manifestato uno spiccato potere abbattente: a 1h dal trattamento le s.a. più efficaci piretro+rotenone e piretro hanno provocato una mortalità pari a 20%.

Tutte le s.a. di sintesi saggiate hanno mostrato una buona efficacia insetticida; infatti, malathion e thiacloprid hanno provocato una mortalità degli insetti pari a 100% già 24h dopo il trattamento, endosulfan superiore a 90% 48h dopo il trattamento. Come per le s.a. naturali, anche le s.a. di sintesi non hanno manifestato potere abbattente immediato: a 1h dal trattamento la mortalità causata da thiacloprid e malathion è stata pari a 24 e 7% rispettivamente.

I valori della DL_{50} calcolata per le s.a. che hanno mostrato una tossicità significativa rispetto al testimone non trattato sono riportati in

Tabella 3. In complesso la DL_{50} variava da 0,01 ml/l per malathion (dose di etichetta 2,5 ml/l) a 1,01 ml/l per piretro+rotenone (dose di etichetta 6 ml/l).

3.3.2 Prove di semi-campo

I risultati delle prove di semi-campo sono riportati in Figura 3 per le s.a. naturali e in Figura 4 per quelle di sintesi. Differentemente da quanto osservato in laboratorio nessuna s.a. naturale ha mostrato una buona attività insetticida nei confronti degli adulti di *G. acuteangulatus*: la s.a. più efficace in semi-campo il piretro ha causato una mortalità appena superiore a 20%. Tra le s.a. di sintesi, endosulfan, in entrambi i formulati commerciali Evolution e Selner, è stato il più tossico con una mortalità degli insetti pari a 89 e 86% rispettivamente, seguito da fenitrothion che ha causato una mortalità degli insetti pari a 78%, mentre diazinone e thiacloprid non sono risultati efficaci. Endosulfan e fenitrothion, inoltre, hanno mostrato una certa qual efficacia anche in termini di persistenza provocando una mortalità di 38 e 50% rispettivamente 8 giorni dopo il trattamento.

I risultati delle analisi visive sulle nocchie raccolte all'interno degli isolatori sono riportati nella Tabella 4. Nel corileto A nel 2005 i frutti provenienti dagli isolatori sia trattati con le s.a. naturali sia non trattati non hanno presentato danni a seguito dell'attività trofica delle cimici, ad eccezione di quelli prelevati dagli isolatori trattati con rotenone. Nel corileto B nel 2005, oltre il 21% dei frutti raccolti negli isolatori trattati con spinosad ha mostrato le tipiche alterazioni causate dalle cimici, in percentuale quindi maggiore a quella rilevata negli isolatori della tesi testimone non trattato (cimiciato pari a 17%). Nel 2006 nessun frutto prelevato dagli isolatori sia trattati con le s.a. di sintesi sia non trattati ha presentato sintomi attribuibili alle punture di nutrizione delle cimici.

3.3.3 Prove di campo

I risultati dei campionamenti dei fitofagi effettuati nella parcella testimone non trattato nei 2 corileti oggetto della sperimentazione sono riportati in Tabella 6. Nel corso della stagione nel nocchieto A sono stati

catturati soltanto 3 pentatomidi, mentre nel corileto B sono stati raccolti 7 coreidi, fra cui 2 adulti di *G. acuteangulatus*, e 2 pentatomidi.

I risultati delle analisi visive effettuate sui frutti alla raccolta sono riportati in Tabella 5. Nessuna correlazione è emersa tra l'efficacia insetticida delle s.a. saggiate e l'entità del cimiciato alla raccolta in entrambi i noccioleti. Nel corileto A, la percentuale dei frutti cimiciati è stata di poco superiore a 20% nei campioni provenienti sia dalla parcella trattata con piretro+rotenone che dal testimone; al contrario, nel corileto B l'entità del danno dovuta all'attività trofica delle cimici è risultata pressoché nulla sia nelle tesi trattate che nel testimone non trattato.

3.4 Discussione

Dal confronto dei risultati ottenuti nelle prove di laboratorio e di semi-campo, tra le s.a. naturali piretro e piretro+rotenone sono risultate i più efficaci; tuttavia l'attività insetticida delle 2 s.a. è apparsa notevolmente ridotta nelle prove di semi-campo rispetto a quelle di laboratorio, con una mortalità che andava per il piretro da 87 a 23% e per la miscela piretro+rotenone da 100 a 6%.

Tutte le s.a. di sintesi saggiate sono risultate efficaci nei confronti di *G. acuteangulatus* in laboratorio, mentre in semi-campo endosulfan (con entrambi i formulati commerciali) e fenitrothion hanno manifestato la maggiore attività insetticida in termini sia di tossicità che di persistenza. I risultati raggiunti nel corso della presente sperimentazione completano quelli conseguiti in prove di campo condotte nel triennio 2000-2002 in noccioleti ubicati a Cravanzana e Bosia (CN) (Michelatti *et al.*, 2003): endosulfan, infatti, aveva mostrato di ridurre efficacemente le infestazioni dei fitofagi in campo e, di conseguenza, il danno alla raccolta. Analogamente, diazinone, che ha dato risultati scarsamente incoraggianti nella presente prova di semi-campo, non era stata in grado di contenere il livello di cimiciato entro valori accettabili. Di contro, malathion, molto efficace nelle presenti prove di

laboratorio, non ha fornito risultati costanti nelle prove di campo del triennio 2000-2002 (Michelatti *et al.*, 2003).

Le analisi visive delle nocciole raccolte sia negli isolatori nella prova di semi-campo che al suolo nella prova di campo non hanno evidenziato correlazioni fra l'efficacia insetticida delle s.a. saggiate e l'entità del cimiciato alla raccolta. Inoltre, da entrambe le prove non sono emerse differenze significative per quanto concerne l'entità del cimiciato nelle tesi a confronto.

L'assenza di alterazioni dovute all'attività trofica delle cimici sui frutti raccolti in pieno campo a Cravanzana è probabilmente legata a bassi livelli di infestazione degli eterotteri nel corileto B, come peraltro emerso anche dai campionamenti effettuati nella tesi testimone non trattato. L'esiguo numero di cimici rilevate a Cravanzana nel 2006 (individui al di sotto della soglia di intervento) potrebbe essere imputabile alle condizioni climatiche, caratterizzate da bruschi abbassamenti termici nella prima decade di giugno, che hanno influenzato negativamente il ciclo biologico dei fitofagi. Potrebbe essere, tuttavia, anche una conseguenza dei ripetuti trattamenti eseguiti negli ultimi anni con prodotti ad ampio spettro di azione, a base ad esempio di endosulfan, la cui formulazione commerciale microincapsulata, inserita nei disciplinari regionali di difesa integrata, garantisce maggior efficacia e persistenza in campo. Sebbene dai campionamenti delle cimici a Santena nel 2006 sia emersa una bassa densità di popolazione in campo, l'entità del cimiciato nelle tesi trattata e nel testimone sono alquanto elevate; ciò potrebbe essere imputabile al metodo di campionamento adottato, che probabilmente non fornisce una stima veritiera del livello di popolazione delle cimici in campo, specie in casi di bassa infestazione.

Poiché la revisione della normativa europea in materia di agrofarmaci cambierà il futuro panorama della difesa su nocciolo, negli anni a venire sarà importante proseguire le sperimentazioni sia alla ricerca di p.a. efficaci contro le cimici e a basso impatto ambientale sia per accertare oggi a distanza di un decennio l'entità e la distribuzione delle popolazioni di coreidi e pentatomidi nell'areale corilicolo piemontese.

Tabella Sostanze attive naturali e di sintesi, saggiati nelle prove di laboratorio e di semi-campo nei confronti di *Gonocerus acuteangulatus*, formulati commerciali e dosi di etichetta.

Sostanza attiva	formulato commerciale	dose di etichetta (ml/l)	prova laboratorio	semi-campo	campo
naturali					
1. azadiractina	Neemazal-T/S, Intrachem Italia	2,5	x		
2. piretro	Biopiren Plus, Intrachem Italia	1,5	x	x	
3. rotenone	Bioroten, Intrachem Italia	3,0	x	x	
4. piretro+rotenone	Show, Intrachem Italia	6,0	x	x	x
5. spinosad	Laser, Intrachem Italia	0,3	x	x	
di sintesi					
6. diazinone	Knox-Out, Cerexagri	3,0		x	x
7. endosulfan	Evolution, Makhteskim Again	1,5		x	x
8. endosulfan	Selner, Intrachem Italia	1,9	x	x	
9. fenitrothion	Fenitrofast, Cerexagri	2,5		x	x
10. malathion	Smart, Bayer CropScience	2,5	x		
11. thiacloprid	Calypso, Bayer CropScience	0,25	x	x	x

Tabella Tossicità di differenti insetticidi (DL₅₀) su ninfe di *Gonocerus acuteangulatus* rilevata nelle prove di laboratorio.

Principio attivo	formato commerciale	n. insetti saggiati	SLOPE±ES	DL ₅₀ ml f.c. ^a /l (95% FL)	χ ²	df
piretro	Biopiren Plus	120	1,76±0,57	0,61 (0,36-0,87) ^b	33,24	28
piretro+rotenone	Show	120	2,30±0,36	1,01 (0,67-1,55)	44,39	33
endosulfan	Selner	120	6,77±1,28	0,80 (0,70-0,94)	15,80	24
malathion	Smart	195	2,54±0,46	0,01 (0,01-0,01)	41,35	47
thiacloprid	Calypso	90	2,61±0,59	0,04 (0,02±0,06)	28,57	22

Tabella Analisi visiva delle nocciole prelevate nei corileti indagati in prove di semi-campo.

Tesi	nocciole						
	totale n.	sane		cimiciate		altre alterazioni	
		n.	%	n.	%	n.	%
<i>corileto A, Santena 2005</i>							
piretro	84	68	80,95	0	0,00	16	19,05
rotenone	100	87	87,00	2	2,00	11	11,00
piretro+rotenone	84	73	86,90	0	0,00	11	13,10
testimone	90	69	76,67	0	0,00	21	23,33
<i>corileto B, Cravanzana 2005</i>							
spinosad	74	44	59,46	16	21,62	14	18,92
testimone	82	38	46,34	14	17,07	30	36,59
<i>corileto B, Cravanzana 2006</i>							
diazinone	105	64	60,95	0	0,00	41	39,05
endosulfan (Evolution)	48	38	79,17	0	0,00	10	20,83
endosulfan (Selner)	55	46	83,64	0	0,00	9	16,36
fenitrothion	70	53	75,71	0	0,00	17	24,29
thiacloprid	50	32	64,00	0	0,00	18	36,00
testimone	72	36	50,00	0	0,00	36	50,00

Tabella Analisi visiva delle nocciole prelevate nei corileti indagati in prove di campo.

Tesi	nocciole						
	totale n. sane			cimiciate		altre alterazioni	
	n.	%	n.	%	n.	%	
<i>Corileto A, Santena</i> piretro+rotenone testimone	250	155	62,0	58	23,2	37	14,8
	250	155	62,0	60	24,0	35	14,0
<i>Corileto B, Cravanzana</i> diazinone endosulfan (Evolution) fenitrothion thiacloprid testimone	250	237	94,8	0	0,0	13	5,2
	250	240	96,0	0	0,0	10	4,0
	250	238	95,2	1	0,4	11	4,4
	250	231	92,4	0	0,0	19	7,6
	250	237	94,8	0	0,0	13	5,2

Tabella Coreidi e pentatomidi campionati mediante scuotimento della vegetazione in prove di campo.

Epoca di campionamento		corileto A, Santena		corileto B, Cravanzana	
		specie	n.	specie	n.
maggio	seconda metà	–	–	–	–
giugno	prima metà	–	–	<i>Coreus marginatus</i>	3
		–	–	<i>Gonocerus acuteangulatus</i>	2
luglio	seconda metà	<i>Rhaphigaster nebulosa</i>	1	<i>Rhaphigaster nebulosa</i>	1
	prima metà	–	–	<i>Coreus marginatus</i>	2
	seconda metà	<i>Nezara viridula</i>	1	<i>Pentatoma rufipes</i>	1
		<i>Rhaphigaster nebulosa</i>	1	–	–
agosto	prima metà	–	–	–	–



Figura Prove di lotta in laboratorio con ninfe di *Gonocerus acuteangulatus* (a); prove di lotta in semi-campo (b); noccoleto “A” a Santena (c); noccoleto “B” a Cravanzana (d).

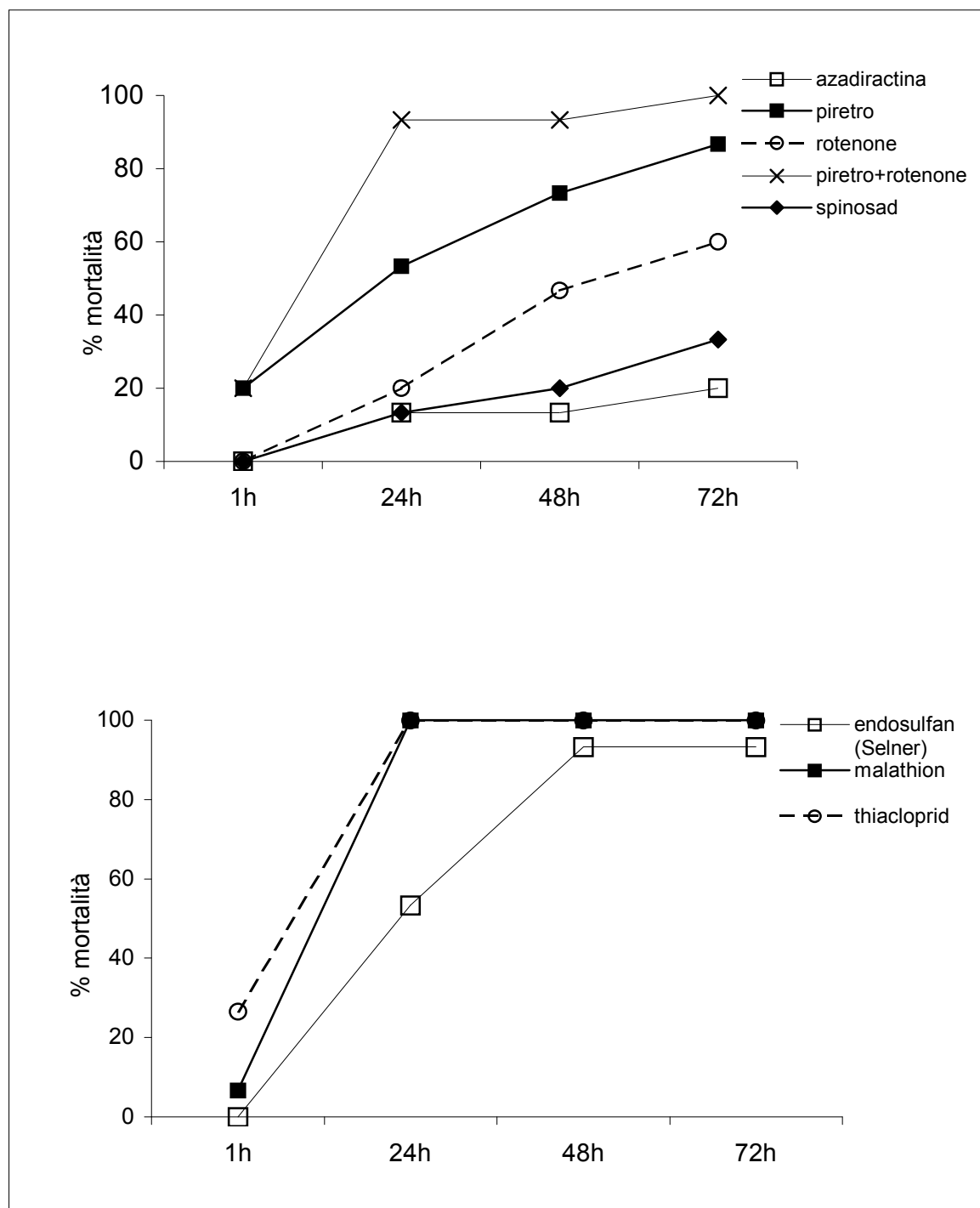


Figura Mortalità percentuale cumulata di ninfe di *Gonocerus acuteangulatus* rilevata 1, 18, 24, 48 ore dopo il trattamento con sostanze attive naturali (a) e di sintesi (b) nelle prove di laboratorio (valori corretti con la formula di Abbott).

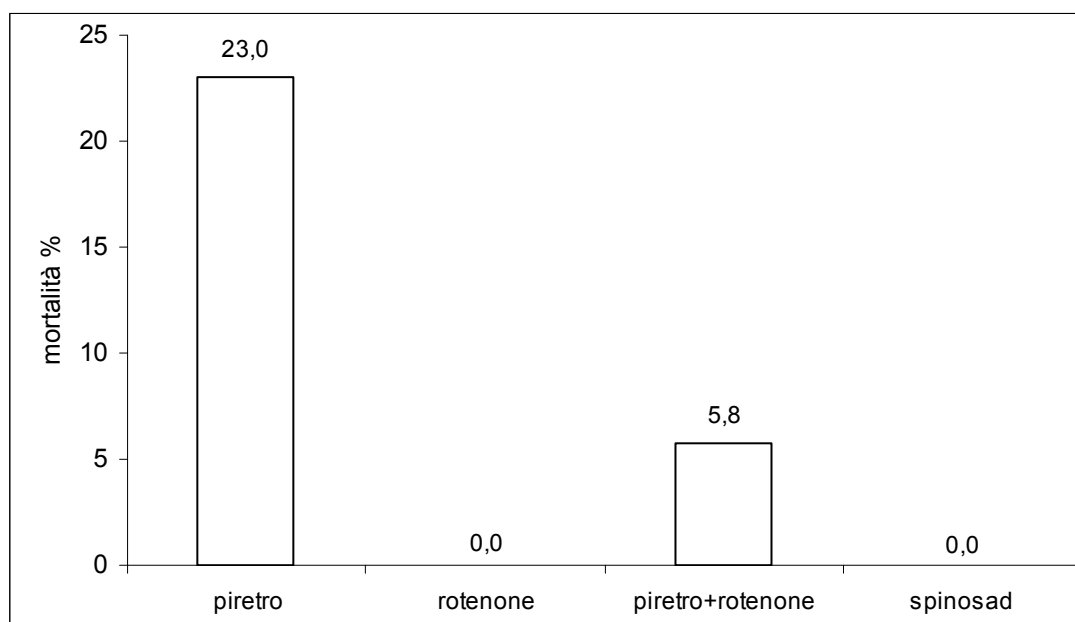


Figura Mortalità percentuale cumulata di adulti di *Gonocerus acuteangulatus* rilevata 8 giorni dopo il trattamento con sostanze attive naturali nelle prove di semi-campo (valori corretti con la formula di Abbott).

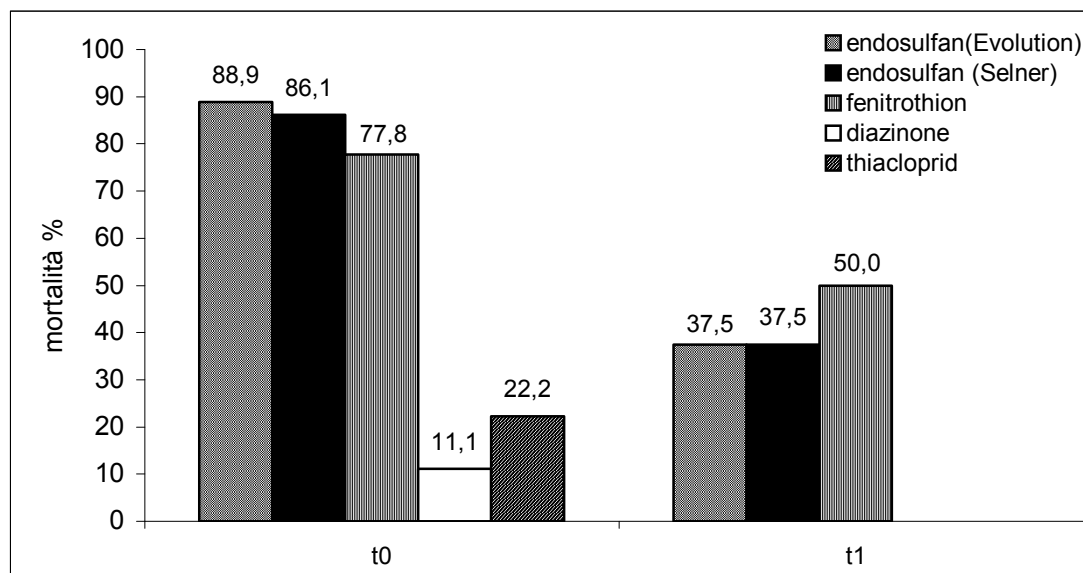


Figura Mortalità degli adulti di *Gonocerus acuteangulatus* rilevata 2 giorni (t0) e 8 giorni (t1) dopo il trattamento con sostanze attive di sintesi nelle prove di semi-campo (valori corretti con la formula di Abbott).

4 Valutazione della suscettibilità varietale del nocciolo all'attività di *Curculio nucum*

4.1 Introduzione

Il fitofago più preoccupante per la corilicoltura europea e turca è *C. nucum*, comunemente noto come balanino delle nocciole. Questa specie è diffusa nella regione paleartica su piante coltivate e spontanee, ed è responsabile di ingenti perdite di produzione in diverse aree corilicole in Polonia (Gantner, 2001; Wojciechowicz-Zytko, 2005), Romania (Ioachim e Bobarnac, 1997), Serbia (Milenković e Mitrović, 2001), e Turchia, dove si rende necessario almeno un trattamento l'anno per contenere le infestazioni del fitofago (Tuncer e Ecevit, 1997; Akça e Tuncer, 2005).

In Italia, *C. nucum* rappresenta il fitofago chiave nelle regioni centro-meridionali come Lazio (Paparatti e Speranza, 2005) e Campania (Viggiani, 1984); pertanto, biologia e dinamica di popolazione sono state indagate in noccioli dell'Italia centrale allo scopo di definire una soglia economica di trattamento e mettere a punto strategie di lotta integrata (Paparatti 1990, Pucci 1992). In Piemonte tale fitofago è presente sebbene sia maggiormente legato a nocciolo selvatico rispetto a quello coltivato; danni alla TGL sono stati rilevati solo sporadicamente e in alcune zone (Me e Valentini, 2006).

La suscettibilità varietale del nocciolo a *C. nucum* è stata sinora scarsamente indagata (Piskornik, 1992, 1994; Wojciechowicz-Zytko, 2005), e talvolta semplicisticamente correlata alle caratteristiche del guscio (Caramiello *et al.*, 2000).

Nel triennio 2004-2006 sono state condotte indagini per valutare la suscettibilità di differenti cultivar e selezioni di nocciolo all'attività del balanino ed accertare i fattori predisponenti l'attacco del fitofago.

In particolare, è stato monitorato lo sviluppo del frutto e del seme di ciascuna varietà nel periodo coincidente con la presenza degli adulti in

campo e con l'ovideposizione da parte delle femmine. Inoltre sono state verificate le caratteristiche del guscio, quali durezza e spessore, e correlate all'entità del danno alla raccolta, al fine di fornire così utili strumenti per indirizzare la scelta verso quelle varietà risultate meno suscettibili, onde ridurre l'impatto del fitofago ed evitare quindi trattamenti insetticidi.

4.2 Materiali e metodi

4.2.1 Areale oggetto di indagine

Le ricerche sono state condotte nel campo varietale dell'azienda Nasio situata nel comune di Cravanzana (CN) (44°34' N, 8°7'E, 550 m s.l.m.), nel comprensorio corilicole delle Langhe, su 3 varietà da industria (TGL, 101, Daria) e 3 da mensa (Ennis, B6, L35). Le indagini sono state condotte nel biennio 2004-2005, durante il quale non è stato effettuato alcun trattamento insetticida nell'appezzamento. Per ciascuna varietà sono state prese in esame 3 piante, su ognuna delle quali a inizio stagione sono state scelte e contrassegnate 3 branche. Nel biennio 2004-2005, da metà maggio ad inizio agosto campionamenti settimanali sono stati effettuati per monitorare la popolazione adulta di *C. nucum* e prelevare campioni di nocchie per rilevare stadio fenologico e durezza del guscio. Alla raccolta, da metà agosto a fine settembre, l'intera produzione di ciascuna pianta è stata prelevata ed esaminata in laboratorio per rilevare l'entità di attacco di *C. nucum*.

4.2.2 Dinamica di popolazione di *C. nucum*

La dinamica di popolazione del balanino in campo è stata accertata nel 2004 e nel 2005, mentre nel 2005 è stato indagato lo stadio riproduttivo delle femmine in campo. Gli adulti sono stati campionati scuotendo la vegetazione di tre branche per ciascuna pianta su un telo bianco (700×700 mm) nelle prime ore del mattino (6.30-8.00). Tutti gli adulti campionati sono

stati trasferiti in provettoni di polipropilene (lunghezza 120 mm, diametro 25 mm) e trasferiti in laboratorio dove sono stati separati in base al sesso e contati. Per accertare la presenza e stadio di maturazione delle uova negli ovarioli, tutte le femmine raccolte sulle piante durante i campionamenti sono state dissezionate. Durante ciascun campionamento, nel caso in cui il numero delle femmine non fosse sufficiente, almeno altre cinque femmine venivano catturate sulle piante vicine a quelle indagate, appartenenti sempre allo stesso appezzamento.

4.2.3 Sviluppo fenologico del frutto e del seme

Nel 2005, per rilevare le condizioni climatiche in campo, temperatura e umidità relativa sono state registrate mediante rilevatore Hobo H8 Pro series (Elcam, Milano, Italia) posizionato al centro dell'appezzamento varietale.

Per accertare lo stadio fenologico del frutto e del seme, da metà giugno ad inizio agosto sono state raccolte 10 nocciole per pianta (30 nocciole/cv) e trasferite in laboratorio, dove lunghezza (L), larghezza (l) e profondità (p) sono stati misurati mediante calibro con accuratezza di 0,1 mm. Quindi, i volumi del frutto e del seme sono stati calcolati utilizzando la formula dell'ellissoide:

$$V = \left(\frac{4}{3}\right)\pi\left(\frac{L}{2}\right)\left(\frac{W}{2}\right)\left(\frac{B}{2}\right)$$

Per accertare la durezza del guscio durante lo sviluppo vegetativo, 10 nocciole/varietà sono state prelevate nel corso di ciascun campionamento. La durezza del guscio è stata misurata mediante Universal Testing Machine TA.HD[®] Texture Analyser (Stable Micro System, Godalming, Surrey, UK). Il valore massimo della forza (N) necessaria per penetrare il guscio di ciascuna nocciola è stato registrato dal Texture Expert[®] software, collegato allo strumento. La penetrazione veniva effettuata nel punto mediano della nocciola (Figura...).

4.2.4 Stima del danno

La stima del danno causato dalla larva di *C. nucum* è stata effettuata su campioni di nocciola raccolti nel 2004 e nel 2005. Il terreno sottostante le piante campionate è stato preventivamente ripulito dai frutti caduti al suolo per cause fisiologiche prima della raccolta. Da metà agosto a fine settembre di ciascun anno le nocciole cadute da ciascuna pianta sono state raccolte manualmente da terra al fine di evitare così la perdita dei frutti causata da fattori ambientali (es. dilavamento ad opera dell'acqua piovana).

In laboratorio, i frutti raccolti sono stati dapprima contati; quindi quelli integri sono stati separati da quelli che mostravano il tipico foro di uscita della larva matura. Successivamente, tutte le nocciole sono state sgusciate e divise in tre categorie: nocciole vuote, nocciole i cui semi sono stati danneggiati dalla larva di balanino, nocciole con semi non danneggiati dalla larva, avendo cura di inserire in quest'ultima categoria frutti con semi sani e con semi danneggiati da cause differenti.

Lo spessore del guscio di 10 nocciole/pianta (30 nocciole/cv) è stato misurato sia per le nocciole danneggiate dalla larva di balanino che per quelle non danneggiate; su ciascuna nocciola, le misure sono state effettuate nel punto apicale, mediano e basale (Figura...), impiegando un calibro.

4.2.5 Analisi statistica

I dati sono stati elaborati utilizzando SPSS 12.0 per Windows. Poiché i valori della forza misurata mediante texture analysis presentavano una distribuzione logaritmica, sono stati prima trasformati mediante trasformazione logaritmica e successivamente comparati con l'analisi della varianza (ANOVA).

Essendo molto bassa la variabilità all'interno di ciascuna pianta, le medie dei valori dello spessore del guscio di 10 nocciole per pianta sono state considerate come sottocampioni ed analizzate con l'ANOVA, per raggiungere l'omogeneità della varianza e la distribuzione normale.

Sebbene i dati rappresentino valori di misure ripetuti tre volte, per semplicità, L'ANOVA è stata applicata per ciascun punto separatamente per fornire un'analisi effettuata sulla base di una correlazione nel tempo.

L'entità del danno causata dalla larva di balanino e la produzione totale per pianta alla raccolta è stata analizzata mediante ANOVA considerando come variabili indipendenti i fattori "anno" e "cultivar". I coefficienti della correlazione di Pearson hanno posto in correlazione il danno alla produzione.

4.3 Risultati

4.3.1 Dinamica di popolazione di *C. nucum*

Nel corso dei campionamenti effettuati nel biennio 2004-2005, adulti di *C. nucum* sono stati catturati sulle piante di tutte le varietà a confronto (Tabella...), sebbene in maggiore quantità su TGL e Daria e in minor numero su 101 e B6.

Il numero totale di adulti, sia maschi che femmine, catturati nel corso di ciascun campionamento nel 2005 è raffigurato in Figura.... Adulti di *C. nucum* sono stati raccolti in campo sino al 19 luglio, con un picco nella seconda metà di giugno. La *sex ratio* è risultata variabile fra 100 e 14,3% a favore delle femmine campionate il 31 maggio ed il 5 luglio rispettivamente. Dalla dissezione degli ovaroli è emerso che il numero di uova mature per femmina dissezionata era compreso fra 6,40 e 14,20; queste erano presenti negli ovaroli a partire dal 21 giugno (Figura...), quando le temperature medie superavano 18°C (Figura...).

4.3.2 Sviluppo fenologico del frutto e del seme

In generale, alle condizioni climatiche registrate nel campo varietale (Figura...), lo sviluppo del frutto iniziava a metà giugno e quello del seme ai primi di luglio. La TGL è risultata essere la varietà più precoce raggiungendo il 60% del volume finale del frutto a fine giugno ed il 100% a metà luglio (Figura...); lo sviluppo del seme iniziava ai primi di luglio per completarsi tre settimane dopo (Figura...). La varietà Ennis invece è risultata essere la più tardiva sia per lo sviluppo del frutto che del seme; infatti, il 100% del volume del frutto era raggiunto a fine luglio, mentre agli inizi di agosto quello del seme era pari solo al 40% del volume finale (Figure...e....). La varietà L35 ha mostrato invece un comportamento intermedio fra le due precedenti per quanto riguarda lo sviluppo del frutto, mentre l'incremento dello sviluppo del seme è risultato essere più rapido rispetto quello delle altre varietà, fatta eccezione per la TGL (Figure...e....).

Per quanto riguarda l'indurimento del guscio, i valori misurati mediante texture analyser all'inizio dei campionamenti non hanno mostrato differenze significative fra le varietà a confronto (Tabella...). Da fine giugno a metà luglio, periodo in cui le femmine mostravano le uova mature negli ovaroli, la TGL è risultata essere la varietà con il guscio più duro. In L35 e Daria, invece, l'indurimento del guscio iniziava a metà giugno. Di contro, la varietà Ennis è risultata essere la più tardiva nell'indurimento del guscio, che iniziava già a fine giugno; la 101 è stata la varietà con il guscio più tenero rilevato nell'ultima data di campionamento.

4.3.3 Stima del danno

La percentuale di frutti danneggiati da *C. nucum* è stata valutata considerando la somma delle nocciole forate dalla larva di balanino e quelle intere che presentavano al loro interno semi danneggiati, rispetto al totale delle nocciole raccolte per pianta. Dall'analisi statistica effettuata mediante ANOVA, il danno è risultato essere significativamente diverso nei due anni ($F = 5,73$; g.l. = 1, 24; $P < 0.05$) e fra le varietà considerate ($F = 35,73$; g.l. = 5, 24; $P < 0.01$); inoltre, è emersa un'interazione significativamente differente "anno" x "varietà" ($F = 3,49$; d.f. = 5,24; $P < 0.05$). Le nocciole delle varietà 101 e TGL sono risultate essere le più danneggiate e le meno colpite rispettivamente, con percentuali di danno pressoché simili nei due anni 2004 e 2005 (Figura...). Poiché adulti di *C. nucum* sono stati catturati su TGL e 101 in maggiore e in minor numero rispettivamente, la quantità di adulti catturati per pianta ed il livello di danno alla raccolta non sono risultati correlati fra le varietà. Le altre cultivar hanno mostrato invece una suscettibilità intermedia, che variava notevolmente fra i due anni (Figura...). In particolare, la percentuale di danno alla raccolta della varietà Ennis differiva considerevolmente nei due anni e le tre piante campionate presentavano una produzione maggiore nel 2005 rispetto al 2004. Tuttavia, il danno causato dalla larva di balanino è stato minore nel 2005 sebbene sia risultato strettamente correlato al livello di produzione in entrambi gli anni (coefficiente di correlazione = 0,981, $n = 6$, $P < 0,001$).

Dalle misurazioni del guscio delle nocciole di tutte le varietà a confronto è emerso che lo spessore diminuisce passando dalla zona apicale a quella basale (Tabella...). In entrambi gli anni 2004 e 2005, le nocciole della varietà L35 sono risultate quelle con il guscio più spesso nelle tre zone considerate, mentre la Daria è stata la varietà i cui gusci erano i più sottili nelle zone mediane e basali. Inoltre dall'ANOVA non sono emerse differenze significative fra le varietà a confronto per quanto riguarda la durezza del guscio e la percentuale di nocciole danneggiate alla raccolta.

4.4 Discussione

Il ricorso alla lotta chimica rappresenta da sempre il principale metodo di contenimento dei fitofagi del nocciolo. Sebbene l'utilizzo di insetticidi sia efficace verso le popolazioni dei fitofagi più dannosi, non va trascurato il rischio di comparsa di forme di resistenza e, più di tutto, l'impatto che gli insetticidi esercitano sugli organismi benefici presenti nell'agroecosistema nocciolo. La coltivazione di varietà resistenti o tolleranti è uno dei moderni metodi di lotta ai fitofagi dannosi, in grado di consentire una notevole riduzione della pressione chimica. Pertanto, è importante condurre indagini sui fattori determinanti la resistenza delle piante agli insetti.

L'esistenza di varietà caratterizzate da differente suscettibilità ai fitofagi, primo fra tutti all'acaro *P. avellanae*, è conosciuta ormai da diversi anni; tuttavia, scarsi sono i lavori pubblicati a riguardo (AliNiasee, 1998; Gantner, 2005). Studi sulla resistenza varietale del nocciolo a *C. nucum* sono stati condotti in Polonia e in Italia; in particolare, il danno provocato dal balanino è stato messo diverse volte in relazione con il contenuto di alcuni componenti presenti nell'endocarpo o con lo spessore del guscio (Piskornik, 1992, 1994; Caramiello *et al.*, 2000; Wojciechowicz-Zytko, 2005).

Nella presente ricerca, gli stadi fenologici sono stati accertati per determinare lo sviluppo del frutto e del seme nel periodo in cui le femmine sono pronte per ovideporre. La maturazione delle uova negli ovaroli è risultata strettamente correlata alle condizioni climatiche; nel 2005 le

femmine mostravano le uova mature a partire da fine giugno, quando le temperature superavano 18°C. In Italia nord-occidentale, le femmine iniziano ad ovideporre generalmente da metà del mese di giugno, solo più tardi in Italia centrale e in Turchia (Paparatti, 1990; Pucci, 1992; Akça e Tuncer, 2005). In particolare, da indagini effettuate dal 1997 al 1990 in Italia centrale, le prime uova mature sono state trovate negli ovaroli dal 29 maggio al 18 giugno, quando le temperature medie erano approssimativamente pari a 18° (Paparatti, 1990; Pucci, 1992).

Lo sviluppo del seme sembra essere direttamente correlato alla durezza del guscio: infatti, a fine giugno i semi della TGL, caratterizzata da un rapido indurimento del guscio, avevano già raggiunto il volume finale, mentre alla stessa epoca la maggior parte dei semi di 101 ed Ennis non avevano ancora raggiunto il 25% del loro volume finale. Allo stesso modo, la suscettibilità agli attacchi del balanino sembra essere correlata all'indurimento del guscio: a fine giugno, quando le femmine di *C. nucum* presentano le uova mature negli ovaoli, il guscio di TGL richiede una forza superiore a 20 N per essere penetrato; un valore simile è raggiunto da Daria ed L35 solo due settimane più tardi, da 101 tre settimane dopo, mentre da Ennis e B6 quattro settimane più tardi.

Di contro, lo spessore del guscio non è correlato alla percentuale di danno causato dal balanino, a differenza di quanto riportato in Caramello *et al.* (2000); infatti, nel presente studio, L35 è risultata la varietà con il guscio più sottile, ma con una suscettibilità intermedia e di gran lunga superiore a quella di TGL. Analogamente, la resistenza alla rottura del guscio alla raccolta, che non sembra essere correlata allo sviluppo del frutto, non influenza la suscettibilità varietale agli attacchi del balanino; infatti, come riportato in Valentini *et al.*, 2006, le varietà Ennis, B6 ed L35, che presentano differenze minime nella suscettibilità agli attacchi del curculionide (Figura...), richiedono valori di forza maggiore la prima e minore le altre due per la rottura del guscio alla raccolta fra le nove varietà destinate al consumo da tavola.

Adulti di *C. nucum* sono stati catturati su tutte le varietà a confronto, sebbene in maggiore quantità su TGL, che peraltro è stata la varietà con il minor numero di frutti danneggiati alla raccolta. Pertanto, il rapido

indurimento del guscio potrebbe spiegare l'elevata resistenza di TGL agli attacchi da *C. nucum* in entrambi gli anni, nonostante l'elevata differenza di produzione riscontrata nei due anni di prova. Tuttavia, in varietà suscettibili, il livello di produzione può influenzare l'incidenza del danno alla raccolta, come osservato per Ennis. Infatti, nel 2005, a basse percentuali di nocciole danneggiate è corrisposta un'elevata quantità di frutti alla raccolta a causa di livelli di popolazione di *C. nucum* pressoché simile in entrambi gli anni.

Pertanto, in caso di nuovi impianti di nocciolo, è opportuno scegliere quelle varietà caratterizzate da un rapido indurimento del guscio al momento dal momento in cui le temperature superano 18°C. Infatti, le nocciole di tali varietà sono meno suscettibili agli attacchi di *C. nucum* a causa dell'elevata forza richiesta per essere penetrate al momento in cui le femmine sono pronte per ovideporre. La scelta di varietà resistenti agli attacchi del balanino va considerata nella prospettiva di ridurre o evitare completamente il ricorso a mezzi chimici di lotta, e preservare un agroecosistema relativamente stabile, quale è il nocciolo. In quest'ottica, la conoscenza dei fattori di resistenza diventa uno strumento fondamentale per indirizzare le scelte dei coltivatori nella selezione di nuove varietà.

Tabella... . Adulti di *Curculio nucum* catturati sulle varietà a confronto nel biennio 2004-2005.

Varietà	anno 2004										anno 2005										totale
	24	31	7	14	21	28	5	12	19	luglio	luglio	luglio	luglio	luglio	luglio	luglio	luglio	luglio	luglio	luglio	
	maggio	maggio	giugno	giugno	giugno	giugno	luglio	luglio	luglio	luglio	luglio	luglio	luglio	luglio	luglio	luglio	luglio	luglio	luglio	luglio	
TGL	0	2	2	3	12	3	1	0	0	0	23	3	3	3	5	0	1	1	0	0	18
101	0	0	1	0	3	1	6	0	0	0	11	0	1	0	0	1	4	0	0	0	7
Daria	0	0	1	1	8	8	2	0	0	0	20	1	3	1	0	8	2	0	0	0	18
Ennis	0	1	1	0	5	2	0	2	1	1	12	2	1	1	0	0	0	3	2	2	13
B6	1	0	1	0	1	1	0	0	2	2	6	0	0	0	0	0	0	0	1	2	
L35	1	3	3	1	2	2	0	0	0	0	12	2	2	2	1	0	0	0	0	0	13

Tabella...Valori della forza (dopo trasformazione logaritmica) misurata mediante texture analyser delle nocciole raccolte settimanalmente nel 2005.

Le medie grezze, espresse in N, sono riportate in parentesi.

Varietà	21 giugno	28 giugno	5 luglio	12 luglio	19 luglio	26 luglio	2 agosto
TGL	0,86 (2,52)	3,21 (26,59)	3,67 (42,66)	3,67 (46,95)	4,01 (67,11)	3,65 (56,34)	4,13 (71,33)
101	0,85 (2,52)	0,83 (2,62)	1,07 (3,69)	1,86 (9,11)	2,93 (20,85)	2,73 (17,57)	2,63 (16,66)
Daria	0,93 (2,71)	0,74 (2,24)	1,81 (8,70)	2,86 (24,45)	3,35 (31,71)	3,48 (39,45)	3,27 (34,23)
Ennis	1,07 (3,24)	1,35 (4,36)	0,73 (2,14)	0,94 (2,65)	1,39 (5,27)	2,95 (22,79)	3,85 (47,79)
B6	0,87 (2,63)	0,90 (2,62)	0,97 (3,03)	2,18 (9,91)	2,61 (15,32)	3,64 (45,27)	3,65 (43,82)
L35	1,15 (3,17)	0,69 (2,04)	1,52 (5,78)	2,70 (18,32)	3,25 (30,46)	4,21 (71,36)	4,00 (68,35)
Sig		**	**	**	**	**	**
SED (g.l. 54)	0,176	0,187	0,273	0,312	0,277	0,312	0,296

*, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$; g.l., gradi di libertà; SED, errore standard della differenza.

Tabella... Valori medi dello spessore del guscio (mm) misurati nelle zone apicali, mediane e basali delle nocciole raccolte dalle varietà a confronto nel 2004-2005.

Varietà	anno 2004			anno 2005		
	apicale (mm)	mediana (mm)	basale (mm)	apicale (mm)	mediana (mm)	basale (mm)
TGL	1,27	0,91	0,98	1,46	1,27	1,21
101	1,13	0,91	0,96	1,05	0,88	0,90
Daria	1,17	0,75	0,79	1,21	0,85	0,89
Ennis	1,34	1,13	1,20	1,37	1,24	1,30
B6	1,17	0,88	0,93	1,37	1,11	1,25
L35	1,66	1,49	1,52	1,49	1,32	1,45
Sig	*	**	**	**	**	**
SED (g.l. 12)	0,137	0,123	0,107	0,048	0,835	0,081

*, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$; g.l., gradi di libertà; SED, errore standard della differenza.

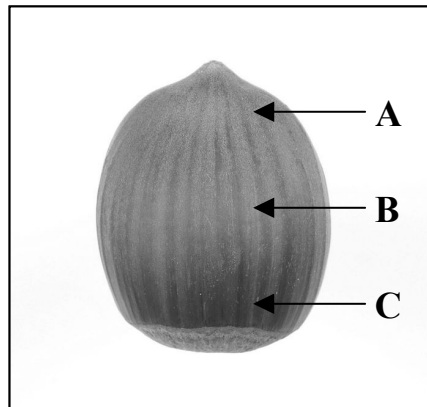


Figura... Zone della nocciola in cui sono state effettuate le misurazioni dello spessore del guscio (A, apicale; B, mediana; C, basale)

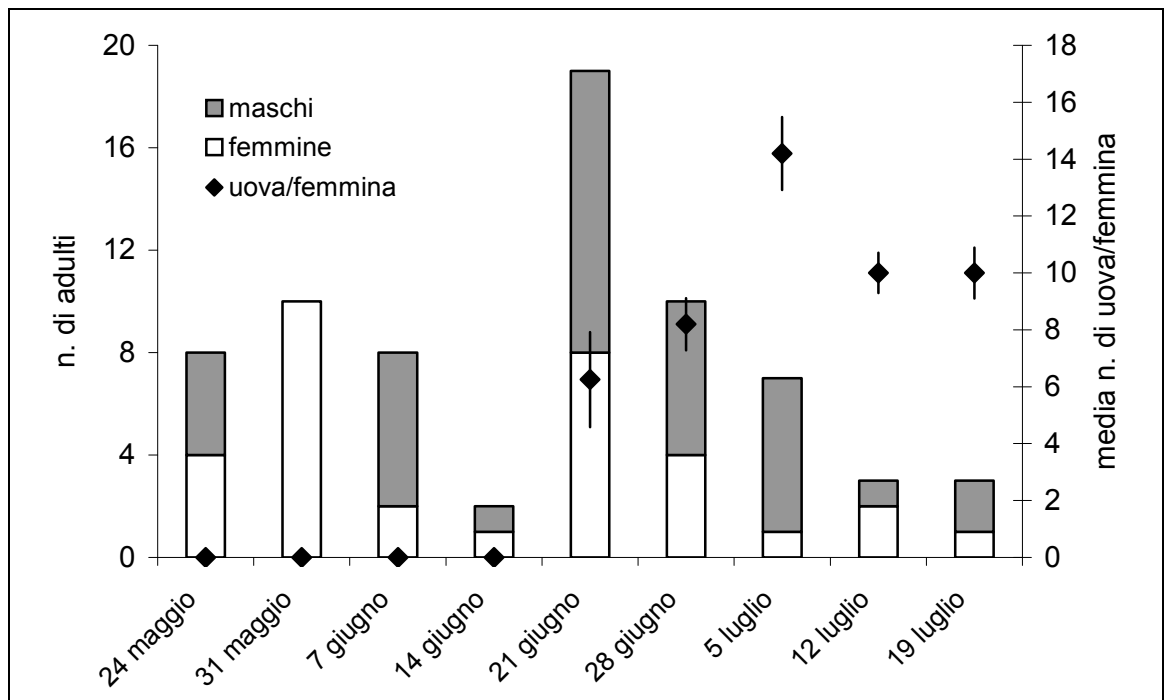


Figura... Numero di maschi e femmine di *Curculio nucum* rilevati nel campo varietale e numero medio (\pm errore standard) di uova per femmina dissezionata nel 2005.

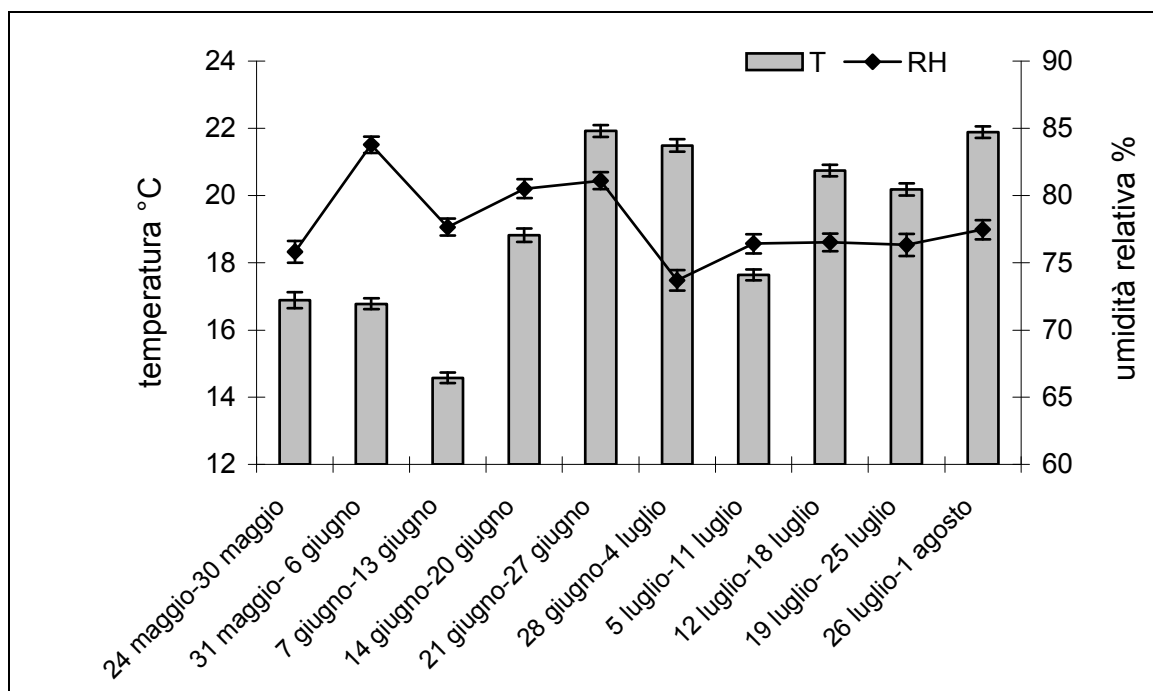


Figura Temperature e umidità relative (valore medio settimanale \pm errore standard) rilevate nel campo varietale nel 2005.

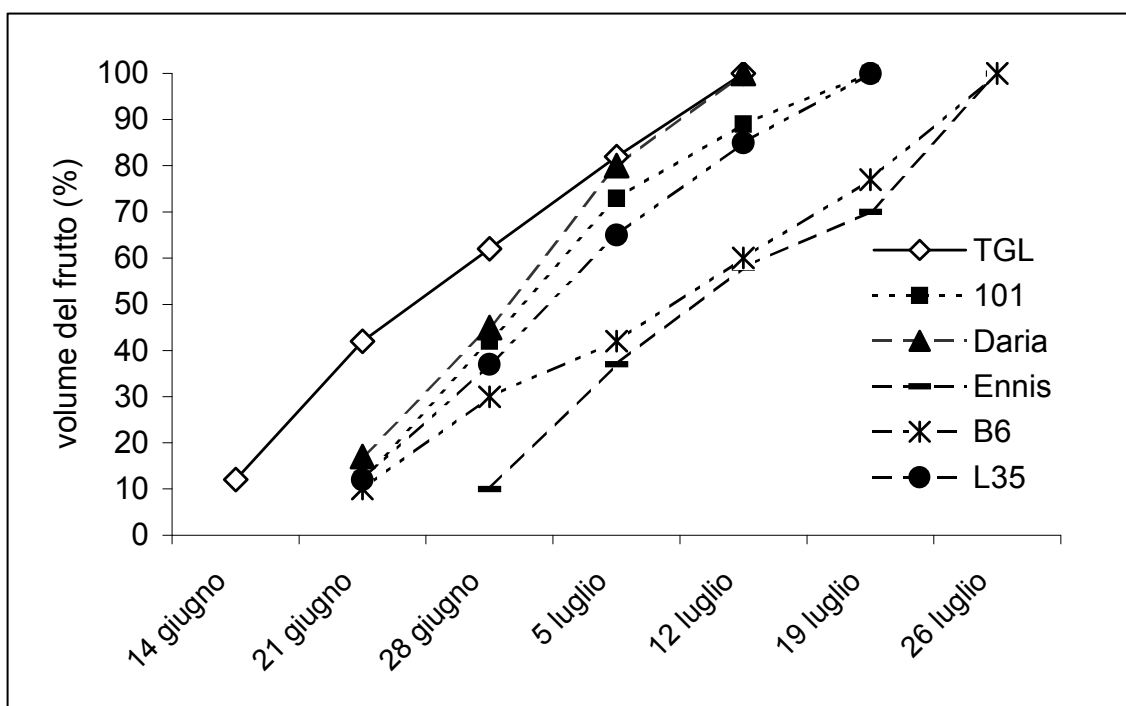


Figura... Accrescimento del frutto, espresso come percentuale del volume raggiunto alla raccolta, nelle varietà indagate nel 2005 (media di 30 nocciole per data di campionamento).

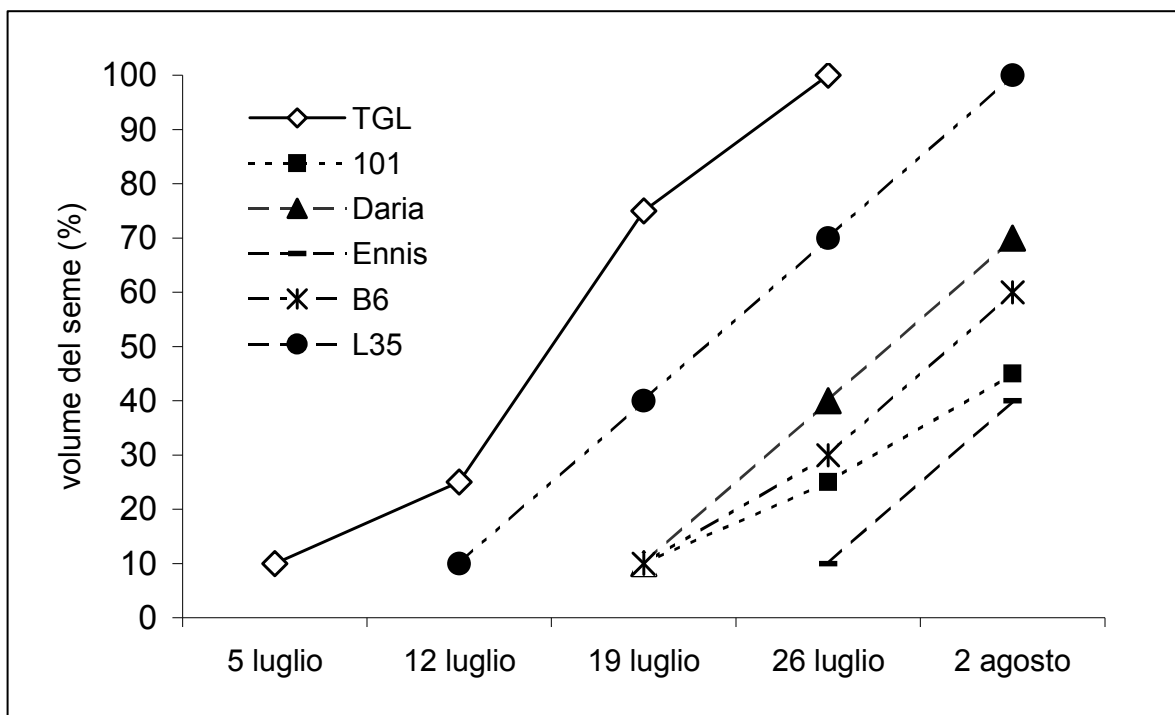


Figura... Accrescimento del seme, espresso come percentuale del volume raggiunto alla raccolta, nelle varietà indagate nel 2005 (media di 30 semi per data di campionamento).

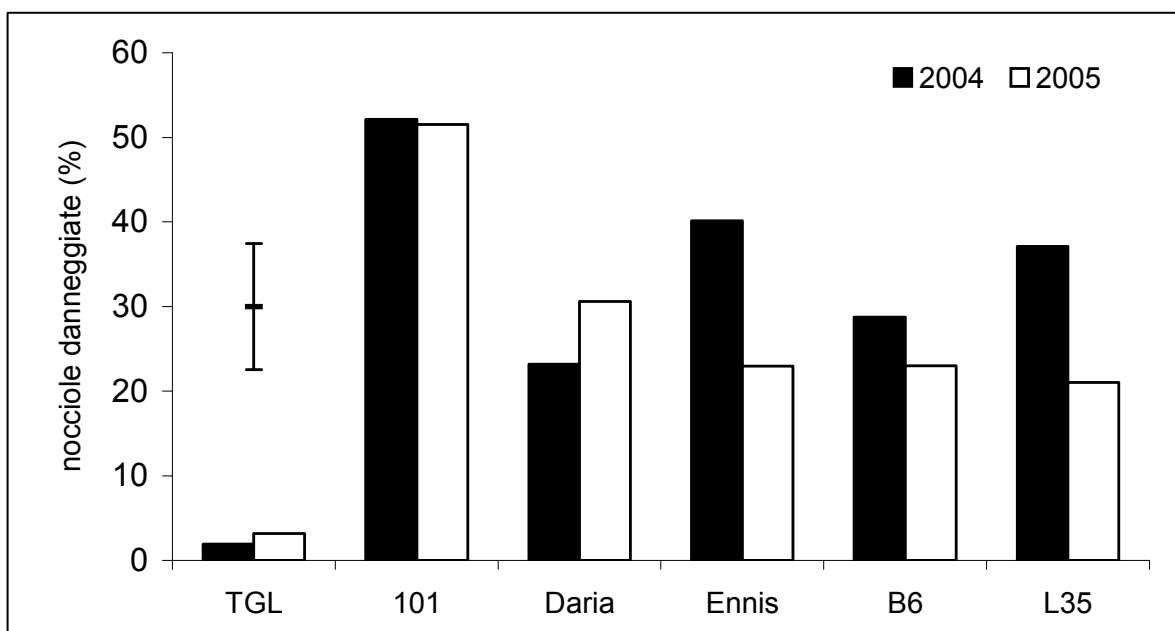


Figura... Percentuale media di frutti danneggiati da *Curculio nucum* nelle varietà a confronto nel biennio 2004-2005. Le barre rappresentano l'errore standard dell'interazione anno x varietà (SED = 7.434; g.l. = 24).

5 Rilevamento dell'entomofauna del nocciolo (con particolare attenzione ai predatori generalisti) in appezzamenti piemontesi a conduzione biologica e integrata

5.1 Introduzione

La fauna entomatica infeudata al nocciolo è piuttosto ricca, sia in ambiente naturale che in quello coltivato. In letteratura sono presenti diverse pubblicazioni sui limitatori specialisti dei principali fitofagi del nocciolo (Pantaleoni e Tavella, 2006). Le specie acarofaghe, appartenenti quasi esclusivamente al gruppo degli Acari Fitoseidi, sono segnalate in diverse regioni italiane (Campania, Sicilia e Piemonte). Tra i limitatori di eterotteri, i parassitoidi oofagi di *G. acuteangulatus* e *P. prasina* e di quest'ultima specie anche i parassitoidi a carico degli adulti, sono stati oggetto di numerosi studi. Parassitoidi oofagi e, solo recentemente, parassitoidi postembrionali sono noti come limitatori di cicaline, nonostante tali fitofagi rappresentino per il nocciolo un problema secondario. Diverse segnalazioni, sebbene nessuna recente, indicano specie appartenenti ad Imenotteri Icneumonidi e Braconidi come parassitoidi dei coleotteri del nocciolo, fra cui *C. nucum*.

Nonostante i predatori generalisti (prevalentemente ragni, alcuni ortotteri, dermatteri e varie famiglie di eterotteri) siano abbondantemente diffusi all'interno degli agroecosistemi, ad oltre un decennio dalla rassegna di Viggiani (1994) le segnalazioni riguardanti l'artropodofauna del nocciolo sono piuttosto scarse.

Pertanto, nel biennio 2004-2005, indagini sull'artropodofauna del nocciolo (con particolare riguardo a ragni e insetti predatori generalisti) sono state condotte in appezzamenti piemontesi a conduzione biologica e integrata.

5.2 Materiali e metodi

I campionamenti di fitofagi ed entomofagi sono stati effettuati negli appezzamenti riportati in tabella ..., mediante scuotimento della vegetazione e impiego di fasce trappola. I campionamenti di tipo meccanico sono stati eseguiti nel biennio 2004-2005 con cadenza quindicinale da giugno ad agosto su 5 piante, situate in corrispondenza dei lati e del centro di ogni corileto, mediante lo scuotimento della vegetazione di 2 branche su un telo bianco (1×1m), ripetuto sui 4 lati della chioma di ciascuna pianta. Tutti gli insetti allo stadio adulto e i ragni caduti sul telo sono stati trasferiti mediante aspiratore entomologico in provettoni di polipropilene (lunghezza 120 mm, diametro 25 mm), in cui sono stati aggiunti 20 ml di alcool etilico 70%. Gli insetti allo stadio giovanile, prelevati separatamente, sono stati posti in provettoni di vetro, chiusi con tappi di ovatta e approvvigionati con materiale vegetale. I rilevamenti per mezzo delle fasce trappola, effettuati nel 2005 con cadenza settimanale da giugno ad agosto e mensili da settembre a dicembre sono stati effettuati su 6 piante situate lungo la diagonale dell'appezzamento, applicando strisce doppie di cartone ondulato, di altezza pari a 20 cm, disposte attorno alla branca di ciascuna pianta. Le strisce venivano rimosse e sostituite ogni sette giorni. In laboratorio, tutti gli stadi giovanili prelevati mediante scuotimento della vegetazione e fasce trappola sono stati allevati separatamente sino all'ottenimento degli individui adulti; questi, al pari di quelli raccolti in campo, sono stati trattati con acetato di etile e conservati in alcool etilico 70%.

Nel 2005 si è proceduto alla determinazione degli artropodi raccolti in campo e all'elaborazione dei dati relativi a specie e numero di individui raccolti.

5.3 Risultati

Con il metodo di campionamento basato sullo scuotimento delle branche di nocciolo su telo sono stati catturati 2.081 insetti nel 2004 e 4.961 artropodi nel 2005; inoltre 2.405 artropodi sono stati raccolti con l'utilizzo di fasce trappola nel 2005. Dati l'elevato numero e la varietà di esemplari catturati, attualmente sono stati identificati a livello specifico alcuni gruppi di predatori generalisti, quali eterotteri, neurotteri, formicidi e ragni; il restante materiale è ancora in fase di determinazione. Dai campionamenti effettuati nel 2004, il gruppo rappresentato da un maggior numero di individui è stato quello dei coleotteri, seguito da eterotteri e omotteri (Figura ...). Nel 2005 il gruppo tassonomico dei ragni è risultato il più abbondante fra tutti gli artropodi catturati sia mediante scuotimento della vegetazione (Figura ...) che utilizzando le fasce trappola (Figura ...) seguito dagli eterotteri con il primo metodo di campionamento e dai dermatteri con il secondo.

Le determinazioni degli aracnidi (a livello di famiglia), degli eterotteri, dei planipenni e dei formicidi (tutti a livello di specie) catturati nel 2005 mediante scuotimento della vegetazione e riportate in relazione alle località di raccolta sono riportate nelle Tabelle...rispettivamente.

Per quanto riguarda miridi predatori, formicidi ed aracnidi, è stato osservato come, sebbene la quantità degli individui campionati sia maggiore nei noccioleti a conduzione biologica rispetto a quelli a conduzione integrata, la presenza di determinate specie e famiglie è più strettamente legata alla località che al tipo di gestione del corileto.

Tabella...Aracnidi (famiglia) catturati mediante scuotimento della vegetazione nel 2005.

Aracnidi (famiglia)	località					
	Bossolasco	Cravanzana	Asti	Tigliole	Fossano	Santena
Anyphaenidae	X	X	X		X	
Araneidae	X	X	X	X	X	X
Clubionidae	X	X	X	X	X	
Corinnidae	X		X			
Dyctinidae		X	X	X	X	
Gnaphosidae	X		X	X		
Linyphiidae			X	X	X	X
Mimetidae			X			
Miturgidae	X		X	X	X	X
Oxyopidae			X	X	X	X
Pisauridae			X		X	
Philodromidae	X	X	X	X	X	X
Salticidae	X	X	X	X	X	X
Segestridae		X				
Tetragnathidae			X	X		
Theridiidae	X	X	X	X	X	X
Thomisidae	X	X	X	X	X	X
Uloboridae			X	X		

Tabella...Miridi predatori (specie) catturati mediante scuotimento della vegetazione nel 2005.

Miridi predatori (specie)	località					
	Bossolasco	Cravanzana	Asti	Tigliole	Fossano	Santena
<i>Compsidolon salicellum</i>	X		X	X	X	X
<i>Deraeocoris flavilinea</i>	X				X	
<i>Deraeocoris lutescens</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Deraeocoris</i> spp.	X	X	X	X	X	X
<i>Malacocoris chlorizans</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Phylus coryli</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Pilophorus perplexus</i>		X		X	X	X
<i>Psallus ambiguus</i>	X	X			X	

Tabella...Planipenni (specie) catturati mediante scuotimento della vegetazione nel 2005.

Planipennia (specie)	località					
	Bossolasco	Cravanzana	Asti	Tigliole	Fossano	Santena
<i>Chrysopa perla</i>		X				
<i>Chrysoperla lucasina</i>	X					
<i>Chrysoperla pallida</i>	X	X		X	X	
<i>Chrysoperla</i> sp.	X	X			X	
<i>Dichochrysa flavifrons</i>	X					
<i>Dichochrysa prasina</i>						X
<i>Hemerobius humulinus</i>	X	X	X			X
<i>Hemerobius micans</i>		X				
<i>Micromus variegatus</i>	X	X				
<i>Symphorobius pigmaeus</i>		X				

Tabella...Formicidi (specie) catturati mediante scuotimento della vegetazione nel 2005.

Formicidi (specie)	località					
	Bossolasco	Cravanzana	Asti	Tigliole	Fossano	Santena
<i>Camponotus aethiops</i>			X			
<i>Camponotus piceus</i>			X			
<i>Camponotus truncatus</i>	X	X		X	X	
<i>Crematogaster scutellaris</i>			X		X	
<i>Dolichoderus quadripunctatus</i>	X			X	X	
<i>Formica cinerea</i>						X
<i>Formica cunicularia</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Formica fusca</i>	X					
<i>Lasius alienus</i>		X		X	X	
<i>Lasius emarginatus</i>	X	X				
<i>Lasius fuliginosus</i>	X			X		
<i>Lasius niger</i>			X		X	X
<i>Lasius paralienus</i>	X	X		X	X	
<i>Myrmica rubra</i>				X		
<i>Myrmica scabrinodis</i>		X				
<i>Plagiolepis pygmaea</i>			X			
<i>Solenopsis fugax</i>						
<i>Tapinoma erraticum</i>		X				
<i>Temnothorax unifasciatus</i>	X		X			
<i>Tetramorium caespitum</i>	X					X

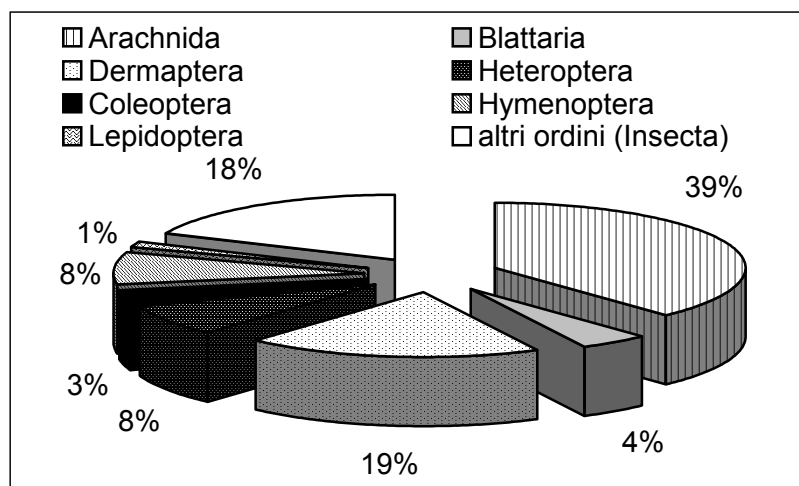
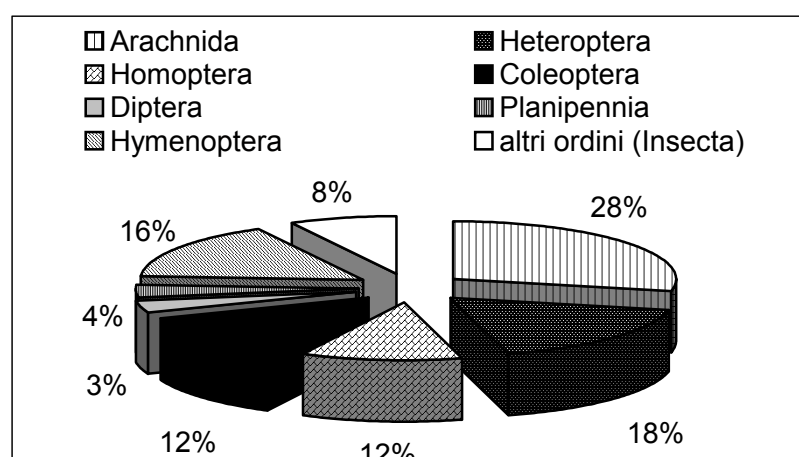
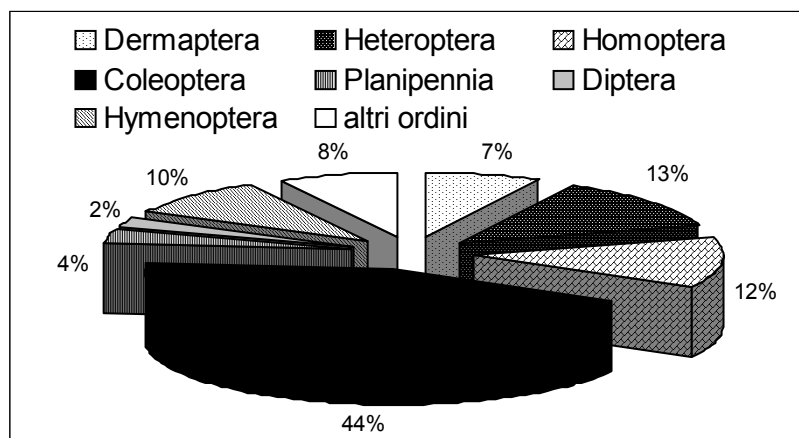


Figura...Suddivisione percentuale in ordini degli insetti catturati nel 2004 mediante scuotimento della vegetazione (a) e degli artropodi catturati nel 2005 mediante scuotimento della vegetazione (b) e fasce trappola (c) negli agroecosistema indagati.

Bibliografia

- Akça I, Tuncer C. 2005. Biological control and morphological studies on nut weevil (*Curculio nucum* L. Col., Curculionidae). *Acta Horticulturae* 686: 413-419.
- AliNiazee M T., 1984. Pest of Hazelnut in North America: a review of their bionomics and ecology. Proceedings International Congress Hazelnuts, Avellino, Italy, September 1983, 463-476.
- Arzone A., 1983. Due fitomizi dannosi al nocciuolo: l'acaro delle gemme e il miride degli amenti. Atti del Convegno Internazionale sul Nocciuolo, Avellino, Italia, 22-24 settembre: 199-204.
- Binnington K.C., Schotz M., 1973. Automatic collection of tick saliva. *Journal of the Australian Entomological Society* 12: 78-79.
- Boselli F., 1932. Studio biologico degli Emitteri che attaccano le Nocciuole in Sicilia. *Bollettino del Laboratorio di Zoologia generale e agraria di Portici*, 26, 142-309.
- Caramiello R, Me G, Radicati L. 2000. Structure and characteristics of the hazelnut shell in different cultivars and their agronomic and industrial influence. *Acta Horticulturae* 517: 195-205.
- Gantner M. 2001. Occurrence of hazelnut pests in southeastern Poland. *Acta Horticulturae* 556: 469-477.
- Gantner M. 2005. Susceptibility of large-fruited hazel cultivars grown in Poland to major pest and their crop productivity. *Acta Horticulturae* 686: 377-384.
- Genduso P., 1974. Difesa del Nocciuolo dagli artropodi dannosi. IX. Osservazioni sulla morfologia degli stadi preimmaginali e notizie bioetologiche sull'*Anastatus bifasciatus* (Geoffroy). *Bollettino dell'Istituto di Entomologia Agraria e dell'Osservatorio di Fitopatologia di Palermo*, 1977, 9, 5-6.
- Genduso P., Mineo G. 1972. Difesa del Nocciuolo dagli artropodi dannosi. I. Possibilità di allevamento permanente in laboratorio del *Gonocerus acuteangulatus* (Goeze). *Bollettino dell'Istituto di Entomologia Agraria e dell'Osservatorio di Fitopatologia di Palermo*, 1976, 8, 29-35.

- Genduso P., Mineo G. 1973. Difesa del nocciolo dagli artropodi dannosi. II. I parassitoidi oofagi del *Gonocerus acuteangulatus* (Goeze) e prime osservazioni biologiche. Bollettino dell'Istituto di Entomologia Agraria e dell'Osservatorio di Fitopatologia di Palermo, 1976, 8, 57-70.
- Genduso P., Mineo G. 1974. Difesa del Nocciuolo dagli artropodi dannosi. X. Ricerche bio-etologiche sul *Gonocerus acuteangulatus* (Goeze) (Rhynchotha-Heteroptera-Coreidae). Bollettino dell'Istituto di Entomologia Agraria e dell'Osservatorio di Fitopatologia di Palermo (1977) 9, 23-75.
- Ioachim E., Bobarnac B. 1997. Research on the hazelnut pests in Romania. *Acta Horticulturae* 445: 527-536.
- Mazzone P., Ragazzino A., 2006. Le principali avversità del nocciolo in Campania. *Petria*, 16 (1), 19-30.
- Mazzone P., Ragazzino A. 2006. Le principali avversità del nocciolo in Campania. *Petria* 16 (1), 19-30.
- Me G., Valentini N. 2006. La corilicoltura in Italia e nel mondo. Atti del Convegno: "Le avversità del nocciolo in Italia", Roma, Italia, 8 Novembre 2005. *Petria* 16 (1): 7-18.
- Michelatti G., Pinoggi G., Schreiber G., Mozzone G., 1994. Esperienze di lotta razionale contro l'erifide del nocciolo (*Phytocoptella avellanae* Nalepa) condotte nell'arco di un quinquennio in Piemonte. *Acta Horticulturae* 351, 575-580.
- Michelatti G., Sonnati C., Rovetto I., Schreiber G., Griseri G., 2003. Efficacia di diversi insetticidi contro le cimici del nocciolo. *Informatore Agrario* 23.
- Milenković S., Mitrović M. 2001. Hazelnut pests in Serbia. *Acta Horticulturae* 556: 403-406.
- Paparatti B., Speranza S. 2005. Biological control of hazelnut weevil (*Curculio nucum* L., Coleoptera, Curculionidae) using the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. (Deuteromycotina, Hyphomycetes). *Acta Horticulturae* 686: 407-412.
- Paparatti B. 1990. *Balaninus nucum* L. (Coleoptera: Curculionidae). Catture di adulti ed analisi dell'infestazione condotte nell'areale del Lago di Vico (Viterbo) nel biennio 1989-90. *Frustula entomologica n.s.* 13 (26): 93-112.

- Piskornik Z. 1992. Observation on the resistance of the hazelnut (*Corylus avellana* L.) to the hazelnut weevil (*Curculio nucum* L., Coleoptera, Curculionidae). *Acta Horticulturae* 317: 163-170.
- Piskornik Z. 1994. Relationship between the resistance of hazelnut cultivars to the hazelnut weevil and the content of sugars, amino acids, and phenols in the endocarp tissue of growing nuts. *Acta Horticulturae* 351: 617-624.
- Pollini A., 1998. Manuale di Entomologia Applicata. Edagricole, Bologna: 109-110.
- Pucci C. 1992. Studies on population dynamics of *Balaninus nucum* L. (Col., Curculionidae) noxious to the hazel (*Corylus avellana* L.) in Northern Latium (Central Italy). *Journal of Applied Entomology* 114: 5-16.
- Servadei A. 1967. Fauna d'Italia. Rhynchota (Heteroptera, Homoptera Auchenorrhyncha). Edizioni Calderini Bologna.
- Siscaro G., Longo S., Catara V., Cirvilleri G. Le principali avversità del nocciolo in Sicilia. *Petria*, 16, (1), 59-70.
- Storti C., Ruggini L., Grande C., 1995. La difesa integrata del nocciolo. Regione Lazio. Assessorato allo Sviluppo del Sistema agricolo e del Mondo Rurale, Osservatorio per le malattie delle Piante per il Lazio, 46.
- Tavella L., Sonnati C., Arzone A., 2001a. Rilevamento di coreidi e pentatomidi in corileti piemontesi (Heteroptera). *Informatore Fitopatologico*, 51 (3), 55-59.
- Tavella L., Migliardi M., Sonnati C., Miaja M.L., 2003. Effetti dell'attività trofica delle cimici (Heteroptera Coreidae e Pentatomide) in relazione al periodo di attacco. *Informatore Fitopatologico*, LIII (11), 47-51.
- Tuncer C, Ecevit O. 1997. Current status of hazelnut pests in Turkey. *Acta Horticulturae* 445: 545-552.
- Tuncer C., Ecevit O., 1996. Integrated pest management model in control of hazelnut pests. Proc. Symp. Hazelnut Other Nut crops Turkey, 11-12 Jan., samsun, Turkey, 40-53.
- Viggiani G. 1984. Avversità, malattie e fitofagi del Nocciolo. *Regione Campania. Servizio Agricoltura, Caccia e Pesca. Sezione Promozione e Sviluppo. Serie Manuali* 7: 87-91.

- Viggiani G., 1974. Guida pratica per la lotta contro i principali parassiti animali del Nocciuolo. Regione Campania. Ispettorato Provinciale dell'Agricoltura di Napoli, 3-8.
- Viggiani G., 1994. Stato attuale della difesa fitosanitaria del nocciuolo. *Acta Horticulturæ*, 351, 531-541.
- Viggiani G., Mazzone P. 1976. Osservazioni sugli Eterotteri dannosi alle nocciole in Campania. *Bollettino del laboratorio di Entomologia Agraria Filippo Silvestri*, 33, 241-258.
- Wojciechowicz-Zytka E. 2005. Infestation of hazel nuts by hazelnut weevil (*Curculio nucum* L., Coleoptera, Curculionidae) in Poland. *Journal of Plant Protection Research* 45 (2): 59-61.